

Original Recibido: 25/04/2025 | Aceptado: 23/07/2025

## La recuperación de la frecuencia cardíaca como indicador de la fatiga en boxeadores de Holguín

### The recovering of heart rate as indicator of the fatigue in Holguin boxers

Rafael M. Ávila Ávila. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Facultad de Informática Matemática,  
Universidad de Holguín. [[ravilaa@uho.edu.cu](mailto:ravilaa@uho.edu.cu)] 

Luis Williams Wilson. Doctor en medicina. Centro de Medicina Deportiva de Holguín.  
[[willcorwilliams2757@gmail.com](mailto:willcorwilliams2757@gmail.com)] 

Francisco Freyre Vázquez. Doctor en Ciencias de la Cultura. Facultad de Cultura Física.  
Universidad de Holguín. [[ffreyrev@uho.edu.cu](mailto:ffreyrev@uho.edu.cu)] 

### Resumen

El boxeo constituye un deporte de combate en el que la energía del metabolismo aeróbico y anaeróbico desempeña un papel fundamental para la realización de la actividad. Se caracteriza por la elevada intensidad de los movimientos como los asaltos con cortos intervalos de tiempo para lograr la recuperación ante la fatiga creciente. Teniendo en cuenta tales características se caracterizo la relación entre la frecuencia cardíaca y la fatiga muscular en boxeadores juveniles masculinos de Holguín. Para tales fines se implementa un test y se calculan indicadores como el porciento de recuperación de la frecuencia cardíaca y su tasa de recuperación.

**Palabras clave:** Fatiga, frecuencia cardíaca, boxeadores juveniles

### Abstract

The boxing is a combat sport in which the energy of aerobic and anaerobic metabolism plays an important role in the realization of activity. It is characterized by high intensity of movements during the round with short break to reach the recovery in front of the increasing



fatigue. Taking into account this, the relation between the heart rate and the fatigue is characterized in young male boxers of Holguin team. A test is implemented with such goals as well as indicators as the heart rate recovery percent and its recovery rate.

**Keywords:** Fatigue, heart rate, boxers, Young boxers

### **Introducción**

El boxeo constituye un deporte con actividades motoras muy complejas y rasgos peculiares. Ejercicios repetidos diversos durante los entrenamientos de larga duración, así como las formas físicas y psicoemocional constituyen elementos indispensables para el éxito. Los golpes, la posición del cuerpo, el trabajo de las piernas, las fintas, el mantenimiento de la distancia y otras acciones complejas, constituyen los principales elementos técnicos en este deporte (Nowak, 2004).

Las habilidades de coordinación motora, entre las que están la velocidad de reacción y la agilidad, son fundamentales en la mayoría de los deportes (Sheppard, 2006; Sadowski y Gierczuk, 2009). El perfeccionamiento técnico de los boxeadores se asocia al desarrollo y mejoramiento de la resistencia de fuerza, la velocidad y la coordinación. Esta junto a la agilidad posibilita el incremento de la precisión en el golpeo del boxeador, la realización de fintas y desplazamientos rápidos junto a la rápida modificación del movimiento del cuerpo y sus direcciones (Sienkiewicz y Maszczyk, 2019).

Un combate boxístico consiste en el desarrollo de algunos rounds o asaltos de tres minutos de duración y un descanso intermedio que se prolonga hasta un minuto. Durante cada asalto, la ejecución de los ejercicios puede ser con intensidad máxima pero no de forma continua e incluye el despliegue de las habilidades referidas (Davis, et al., 2015). Por tanto, no solo se requiere de una combinación de habilidades técnicas, tácticas, mentales sino también una buena forma física



aeróbica, que, junto con la fuerza y la velocidad, constituyen las características más importantes que deben tenerse en cuenta en la planificación de los ciclos de entrenamientos.

No obstante, la dinámica de movimiento alrededor de un ring, los frecuentes cambios en la intensidad del esfuerzo para golpear y las rápidas respuestas defensivas se basan principalmente en el metabolismo anaeróbico, de ahí la necesidad de desarrollar la resistencia aláctica (sistema ATP-FC), en el boxeador (Ambrozy et al., 2020). El rendimiento eficiente para altos valores de la frecuencia cardíaca, el logro de un mayor umbral anaeróbico, una gran potencia anaeróbica de salida y la fuerza muscular, constituyen características imprescindibles en aras de alcanzar las metas deportivas (Guidetti et al., 2002). En tal sentido, la resistencia anaeróbica aláctica desempeña un papel crucial por lo que cualidades como la velocidad de la ejecución de acciones con elevada intensidad durante los intervalos de tiempo correspondientes, constituyendo una variable de interés durante la realización de acciones repetitivas en el nivel de máxima intensidad (Stupnicki y Sienkiewicz, 2004).

Asociado a tales acciones se asocia el elevado ritmo cardíaco con frecuencias que pueden ser del orden de 200 pulsaciones por minuto (Ghosh, 2010). El trabajo desplegado por el boxeador en las condiciones descritas, crea circunstancias para la aparición de la fatiga muscular. Esta se conceptúa como fallo funcional del organismo, reflejado en la reducción del rendimiento que tiene lugar por excesivo gasto energético o por depleción de los elementos necesarios para su generación (Cárdenas et al., 2017; Aaronson et al., 1999, Berger et al., 1991).

Una parte de las investigaciones acerca de la fatiga muscular se enfocan en aspectos musculares, a partir de su comprensión como pérdida de la capacidad máxima de generación de fuerza o de la producción de potencia (Gandevia, 2011). Sin embargo, otros consideran la necesidad de contemplar, desde lo fisiológico, los efectos de los ejercicios sobre el sistema nervioso central, las unidades motoras y el medio interno (Cárdenas et al., 2017). De esta forma,



la fatiga muscular se expresa en los cambios de la dinámica boxística con disminución de la velocidad, así como la aparición de alteraciones de la coordinación de los movimientos.

Por su parte, Lambert y colaboradores (2010), consideran la recuperación de la frecuencia cardíaca (FC) como guía para monitorear la fatiga muscular y predictor de los cambios en el rendimiento de parámetros en ciclistas élites masculinos y bien entrenados. De acuerdo con sus resultados, este parámetro puede ser empleado para predecir la disminución de la capacidad para asimilar la carga especial de entrenamiento y la acumulación de la fatiga muscular (Lambert et al., 2010). Por ende, su seguimiento juega un papel importante en el monitoreo del control del rendimiento médico y la optimización de los programas de preparación física especial.

Otros hallazgos se han hecho en relación con la recuperación de la FC después del ejercicio y la regulación neural de la variabilidad de esta en corredoras de maratón (Na Du et al., 2005). Los resultados sugieren que la preparación de la resistencia mejora la función cardiorespiratoria y acelera la recuperación de la FC después del ejercicio. Además, los resultados evidencian que diferentes niveles de intensidades en la preparación conducen a distintas maneras de recuperación de la FC.

De esta forma, después de ejercicios intensos, los patrones de recuperación exhiben una caída exponencial seguida de un decrecimiento más lento hasta el nivel de descanso.

No han abundado los trabajos que aborden los vínculos de la fatiga muscular con indicadores como la FC en el ámbito de boxeadores noveles cubanos. El objetivo del presente estudio consistió en caracterizar la relación entre la frecuencia cardíaca y la fatiga muscular en boxeadores de la categoría juvenil de la provincia de Holguín.

## **Materiales y métodos**

La muestra escogida coincidió con la población de diez boxeadores integrantes del equipo juvenil de boxeo de Holguín. Algunas de las características de estos se resumen en la tabla no. 1.



Los boxeadores fueron informados acerca de los objetivos del estudio a realizar por lo que se contó con el consentimiento de cada uno de ellos para su inclusión.

**Tabla 1. Algunas características básicas de boxeadores juveniles de Holguín (n=10)**

Variable	Valor medio $\pm$ Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación (%)
Edad (años)	14.6 $\pm$ 1.20	16	13	8.20
Estatura (cm)	175.21 $\pm$ 2.24	178	170.3	1.28
Peso (kg)	62.6 $\pm$ 5.87	72	52	9.37

Se aplicó un protocolo de saltos continuos horizontales modificado por los autores bajo la denominación F<sup>2</sup>LW-24, especialmente diseñado y aplicado para el boxeo sexo masculino categoría juvenil. El mismo, permitió determinar la capacidad para ejecutar acciones en corto tiempo con la máxima intensidad; está inspirado en el test clásico de (Bosco et al., 1983a; Bosco et al., 1983b) que contempla saltos verticales y variantes de saltos horizontales con diversas características y estandarizaciones. Dicho protocolo reúne características tales como simplicidad, factibilidad y especificidad.

El protocolo consistió en la ejecución de saltos continuos con dos piernas, con inicio en un vértice de un cuadrilátero diseñado con las siguientes dimensiones (largo de 1.60m) x (ancho de 1.40m); luego de retornar a la posición inicial, y a continuación hacia el siguiente vértice con ambas piernas, para iniciar así el ciclo. El tiempo para la realización se estandarizó a (90 segundos), en el transcurso del cual el boxeador debe realizar la mayor cantidad posible de saltos.

Se realizaron tres rondas de saltos horizontales con una pausa de un minuto entre ellas. Las condiciones de realización fueron las mismas: dentro de la sala, en el horario de la mañana antes de iniciar las sesiones de preparación, el primer día de la semana. Las mediciones fueron precedidas por un calentamiento de 10 minutos, después del cual se dio una recuperación de un



minuto. Se conservó rigurosamente el orden en que los boxeadores se sometieron al test. Las frecuencias cardíacas se determinaron en diferentes momentos: antes de iniciar el test; al finalizar de cada ronda de salto; además al concluir la tercera, se midió transcurridos el primer minuto, el tercero y el quinto.

El test se realizó en la etapa de preparación especial, con el objetivo de caracterizar la relación entre la frecuencia cardíaca y la fatiga muscular y así obtener información sobre la incidencia de la fatiga en el rendimiento del salto horizontal. De esta manera fue posible realizar evaluaciones del mecanismo anaeróbico láctico de los músculos de las extremidades inferiores, a partir de variables tales como fuerza, velocidad y potencia.

Se determinaron los indicadores como el porcentaje y el índice de recuperación al finalizar el primero, tercer y quinto minutos luego de realizar la tercera ronda de saltos horizontales. Se calculó además la frecuencia de los saltos horizontales, la tasa de recuperación de la frecuencia cardíaca y el porcentaje de trabajo y la zona según Karvonen (1957), (Brown et al., 2006), para cada boxeador. Se estableció una escala para evaluar el estado de la recuperación del boxeador.

### **Análisis y discusión de los resultados**

Los gráficos No. 1 y 2 muestran la frecuencia de ejecución de los saltos realizados por cada boxeador en las rondas FS1, FS2 y FS3, en las etapas correspondientes de la planificación del entrenamiento. Se aprecia como tendencia, la disminución de la frecuencia al transitar de la primera a la tercera ronda en ambas mediciones en etapa especial. En la general un 20% de los boxeadores incrementaron la frecuencia en la segunda ronda, mientras que un 30% lo hicieron en la tercera. Sin embargo, sólo en el 30% de los boxeadores se apreció un incremento de la frecuencia del salto al transitar a la etapa de preparación especial.

Gráfico No. 1 Frecuencia de ejecución de saltos horizontales.

Etapa: Preparación Especial. Pretest.



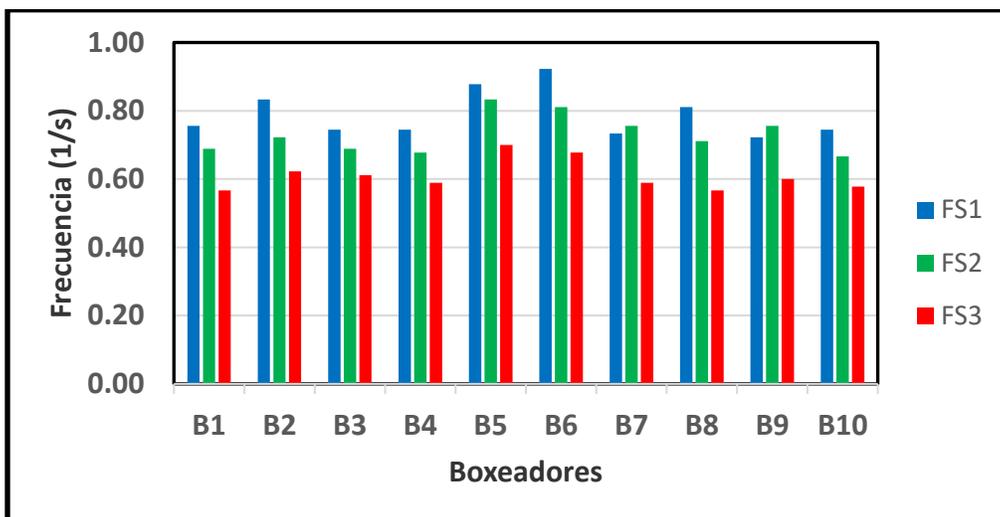
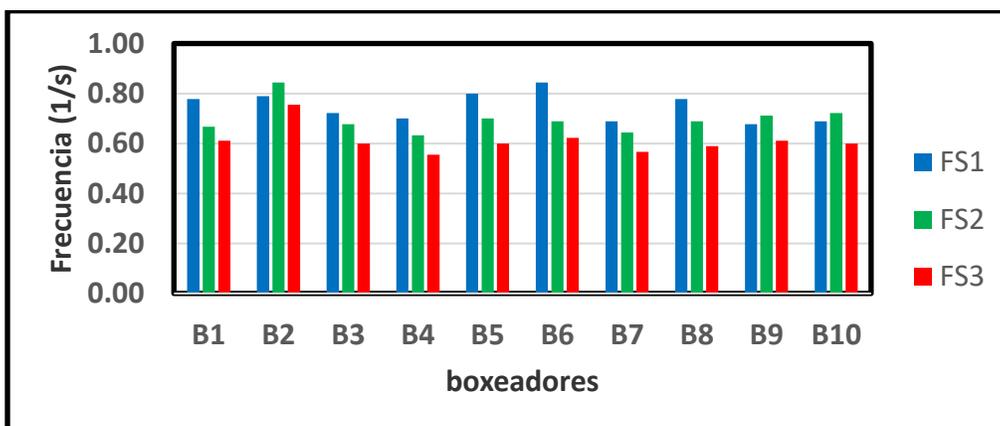


Gráfico No.2. Frecuencia de ejecución de saltos horizontales.

Etapas: Preparación especial. Postest



La tabla No. 1 muestra los resultados del cálculo de los porcentajes de trabajo realizado por los boxeadores en cada una de las rondas de saltos del test aplicado en la etapa que se evaluó. El análisis de los valores determinados corrobora el hecho de que, en el test de la etapa especial, 5 boxeadores trabajaron en la zona de intensidad máxima (mayor de 90%) (Anillo et al., 2016) en al menos una de las rondas, si bien, al promediar los valores, sólo dos trabajaron en esta zona mientras que el resto lo hicieron en la zona de intensidad dura (80-90%).



En ambas la fatiga muscular aparece de manera manifiesta. En cambio, al aplicar el test en la etapa especial, dos boxeadores trabajaron en la zona de intensidad máxima en al menos una ronda, mientras que el resto lo hizo en la zona dura.

**Tabla No. 1. Porcentajes de la zona de trabajo según Karvonen (1957)**

Boxeadores	PT(Karv)1	PT(Karv)2	PT(Karv)3	PT(Karv)1	PT(Karv)2	PT(Karv)3
	Pretest			Posttest		
B1	79	84	89	80	84	84
B2	82	77	82	77	77	77
B3	81	85	85	85	90	90
B4	95	95	90	90	82	90
B5	85	85	89	89	89	80
B6	84	84	89	95	85	85
B7	91	91	87	87	87	87
B8	96	87	91	91	77	81
B9	91	87	91	82	87	87
B10	86	86	91	91	87	87

Simbología. PT: porcentaje

Se aprecia además que, de los boxeadores que trabajaron en la zona máxima en el test aplicado en la etapa especial (B4, B7, B8, B9 y B10), al realizar el test en la especial, sólo dos volvieron a trabajar al menos una vez en esta zona (B8 y B10) al igual que el B6 que no lo había hecho.

La tabla No. 2 muestra los resultados del cálculo de la tasa de recuperación de la frecuencia cardíaca (TRFC), el índice de recuperación (IR) y el porcentaje de recuperación (%Rec) en los minutos primero, tercero y quinto. Se aprecia que tanto el índice de recuperación como el % de recuperación se incrementan. La diferencia entre los valores de ambos se debe a la forma en que



estos se definen, por cuanto el primero contempla la frecuencia de reposo FC (rep), mientras que el segundo la frecuencia cardíaca basal (FCB). Dado que la frecuencia de reposo es la suma de la FCB y un valor (FC<sub>ext</sub>) debido a la actividad que despliegan los boxeadores por muy ligera que sea, la diferencia porcentual entre ambos resulta:

$$\frac{IR - \%Rec}{IR} 100 = \frac{FC_{ext}}{FC_{max} - FCB} 100 \quad (1)$$

**Tabla No.2. Valores generales de la tasa de recuperación de frecuencia cardíaca (TRFC), índice de recuperación (IR) y porcentaje de recuperación (%Rec). Etapa especial. Pretest**

Boxeadores	TRFC	IR(1min)	IR(3min)	IR(5min)	%Rec(1min)	%Rec(3min)	%Rec(5min)
B1	7	34	49	56	30	44	50
B2	7	38	58	64	30	45	50
B3	6	41	51	60	40	50	58
B4	10	39	49	66	40	50	68
B5	11	42	65	75	38	58	67
B6	14	27	57	70	24	51	63
B7	14	26	46	69	26	45	68
B8	14	31	61	72	28	56	66
B9	7	38	50	57	36	48	55
B10	9	38	47	65	37	46	64

Simbología. TRFC: Tasa de recuperación de frecuencia cardíaca. IR: índice de recuperación (IR) y porcentaje de recuperación (%Rec).

Los valores de los parámetros determinados como resultado del test aplicado en la etapa especial, aparecen resumidos en la tabla No.3

**Tabla No.3. Valores generales de la tasa de recuperación de frecuencia cardíaca (TRFC), índice de recuperación (IR) y porcentaje de recuperación (%Rec). Etapa especial. Postest**

Boxeadores	TRFC	IR(1min)	IR(3min)	IR(5min)	%Rec(1min)	%Rec(3min)	%Rec(5min)
------------	------	----------	----------	----------	------------	------------	------------



B1	9	40	50	64	40	50	64
B2	9	35	45	60	35	45	60
B3	7	45	57	64	45	57	64
B4	6	50	50	68	50	50	68
B5	11	38	58	69	38	58	69
B6	11	35	55	66	35	55	66
B7	10	40	46	68	40	46	68
B8	8	43	56	66	43	56	66
B9	7	36	48	55	36	48	55
B10	9	37	46	64	37	46	64

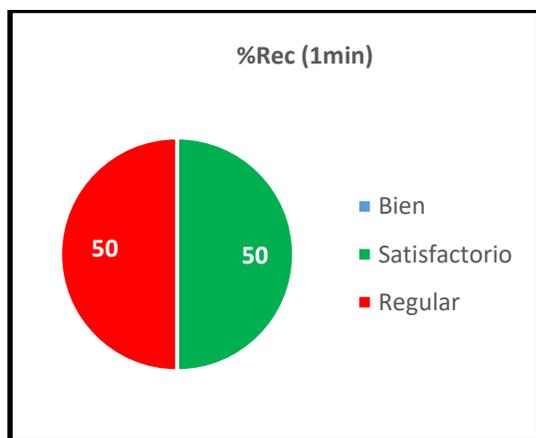
Simbología. TRFC: Tasa de recuperación de frecuencia cardíaca. IR: índice de recuperación (IR) y porcentaje de recuperación (%Rec).

Tal y como se puede apreciar, la TRFC se incrementa o permanece constante en comparación con la etapa general en el 60% de los boxeadores. Sin embargo, los porcentajes de recuperación se incrementan en todos los casos.

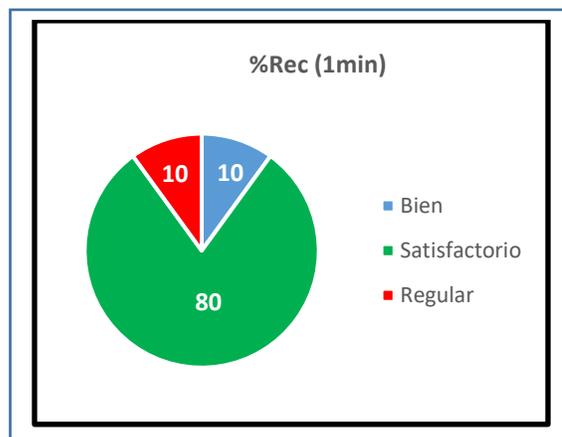
Gráfico No.3. Porcentajes de recuperación.

Primer minuto.

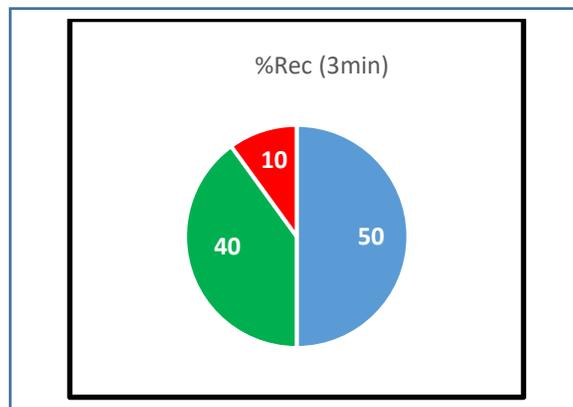
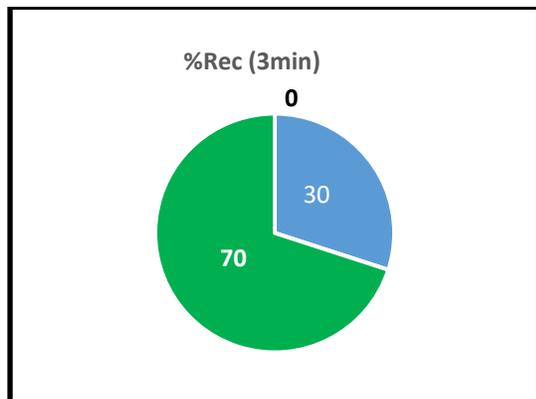
Etapa Especial. Pretest



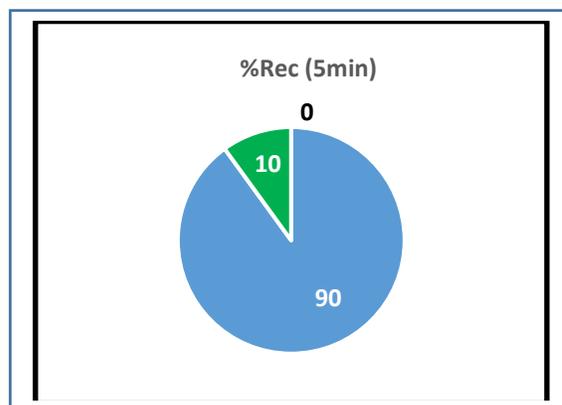
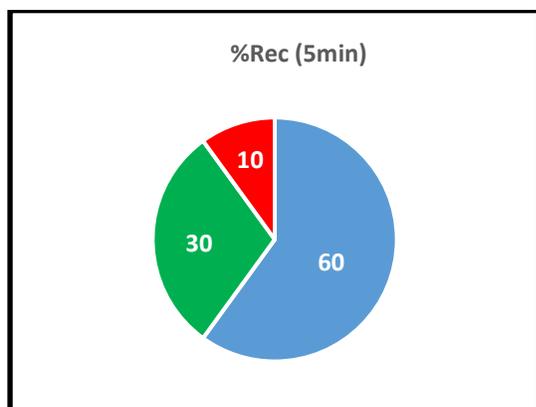
Etapa especial. Postest



Tercer minuto.



Quinto minuto.



Se aprecia en el gráfico anterior la notable mejoría en relación con el porcentaje en los boxeadores cuyo porcentaje de recuperación es evaluado de satisfactorio y bien. En la etapa especial no hay evaluaciones de bien al concluir el primer minuto con un 50% de boxeadores cuyo %Rec es evaluado de regular. No obstante, en el primer minuto de la etapa especial el 80% se recupera de manera satisfactoria, mientras que ya en el tercer minuto la totalidad de los boxeadores exhiben buena recuperación.

El hecho de que los boxeadores en el postest durante la etapa especial trabajaron el test en la zona de intensidad dura, según evidencian los cálculos del porcentaje de trabajo de acuerdo a la fórmula de Karvonen (1957), se puso de manifiesto por una parte el alto porcentaje de  $VO_{2max}$  en la zona de trabajo por cuanto dicha ecuación se corresponde con los mismos de una manera



más precisa (Anillo et al., 2016). Por otra parte, el resultado asegura que el trabajo tiene lugar en la zona de intensidad referida, en la que se manifiesta de forma explícita la fatiga muscular en régimen anaeróbico láctico la cual estuvo vinculada con los procesos de acumulación de ácido láctico.

Estudios han sugerido que entrenamientos bajo una variedad de elevadas intensidades incrementa el consumo máximo de oxígeno y su monitoreo es vital pues sus cambios constituyen un predictor de alteraciones cardiovasculares (Hamlin et al., 2012).

Por otra parte, la disminución de la frecuencia cardíaca después del cese de una actividad física intensa en los tiempos establecidos por los protocolos, constituyen un indicador del buen funcionamiento y la buena reactivación del sistema nervioso parasimpático (Du Na et al., 2005). Las investigaciones aportan evidencias acerca de que la disminución con ritmos lentos de la frecuencia cardíaca es síntoma de la aparición de la fatiga muscular persistente y se erige como predictor de alteraciones cardíacas en pacientes en general.

### **Conclusiones**

La fatiga muscular observada en boxeadores del sexo masculino de la categoría juveniles del equipo Holguín durante la realización del test implementado en las condiciones que fueron descritas, estuvo vinculado al trabajo de los miembros inferiores en la zona anaeróbica láctica con una intensidad elevada, acompañada de altos valores de la frecuencia que no sobrepasan en la mayoría de los casos la zona de máxima intensidad. Ello se evidencia por la reducción de las acciones motoras en la unidad de tiempo expresada en las rondas de salto horizontales, así como por el aumento de la frecuencia cardíaca.

El aumento de los porcentajes de recuperación de dicha frecuencia en la etapa de preparación especial en los minutos 1, 3 y 5, constituyó un indicador del mejoramiento de la



condición física especial de los boxeadores y con ello, de una recuperación más rápida del intenso trabajo anaeróbico láctico manifiesto durante la realización del test.

### Referencias bibliográficas

- Aaronson, L.S., Teel, C.S., Cassmeyer, V., Neuberger, G.B., Pallikkathayil, L., Pierce, J. (1999). Defining and measuring fatigue. *Image J. Nurs Sch.* 31(1):45–50.
- Ambrozy, T., Maciejczyk, M., Klimek, A.T., Wiecha, S., Stanula, A., Snopkowski, P., Pałka, T., Anillo Badía, R.I., Villanueva Cajigas, E. y García González, O. (2016). *La Medicina del Deporte, un pilar del rendimiento deportivo.* La Habana. Editorial: Deportes.
- Bosco C., Luhtanen, P. y Komi P.V. (1983a). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 50:273-282.
- Bosco, C., Komi, P.V., Tihanyi, J., Fekete, G. y Apor, P. (1983b). Mechanical Power Test and Fiber Composition of Human Leg Extensor Muscles. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 51:129-135.
- Brown, S. P., Miller, W. C., y Eason, J. M. (2006). *Exercise physiology: basis of human movement in health and disease.* Philadelphia, Pa; London: Lippincott Williams & Wilkins.
- Cárdenas, D., Conde-González, J. y Perales, J.C. (2017). La fatiga como estado motivacional subjetivo. *Rev. Andal. Med. Deporte*, 0(1):31–41.
- Davis P., Benson P.R., Pitty J.D., Connorton A.J. y Waldock R. (2015). The activity profile of elite male amateur boxing. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 10: 53-57.
- Du Na, B., Oguri, K., Kato Y., Matsumoto, I., Kawase, H. y Matsuoka, T. (2005). Heart rate recovery after exercise and neural regulation of heart rate variability in 30-40-year old female marathon runners. *Journal of sports science & medicine*, 4(1):9.
- Gandevia, S. C. (2011). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol. Rev.*, 81(4):1725–89.



- Ghosh A. K. (2010). Heart rate, oxygen consumption and blood lactate responses during specific training in amateur boxing. *Int. J. App. Sports Sci.*, 22(1): 1-12.
- Guidetti L., Musulin A. y Baldari C. (2002) Physiological factors in middleweight boxing performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 42(3): 309-314.
- Hamlin M. J., Draper N., Blackwell G., Shearman, J.P. y Kimber, N. E. (2012). Determination of maximal oxygen uptake using the bruce or a novel athlete-led protocol in a mixed population. *Journal of human kinetics*, 31:97.
- Lamberts R. P., Swart, J., Capostagno, B., Noakes, .T D., y Lambert, M.I. (2010). Heart rate recovery as a guide to monitor fatigue and predict changes in performance parameters. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(3):449-57.
- Nowak T. (2004). Elements of boxing techniques. In: Nowak T. *Boxing. The technique, methodology of teaching*. AWF, Warszawa, pp. 5-25.
- Sienkiewicz-Dianzenza, E. y Maszczyk, L. (2019). The impact of fatigue on agility and responsiveness in boxing. *Biomedical Human Kinetics*, 11, 131–135.
- Sheppard J.M., Young W.B. (2006) Agility literature review: classifications, training and testing. *J. Sport Sci.*, 24(9): 15-28.
- Stupnicki R., Sienkiewicz-Dianzenza E. (2004). Anaerobic endurance and its assessment. *J. Hum. Kinet.*, 12: 109-116.
- Karbonen V, Vuorimaa T. (1957). Frecuencia cardíaca e intensidad del ejercicio durante las actividades deportivas. *Medicina del deporte*. 5(5):303-11

