

ERGOMETRÍA PARA BOXEADORES Y CARDIOTRAINING_CIDC EN LA ERA POST COVID-19

ERGOMETRY FOR BOXERS AND CARDIOTRAINING_CIDC IN THE POST COVID-19 ERA

Recibido el 3 de mayo de 2022 / Aceptado el 27 de junio de 2022 / DOI: 10.24310/riccafd.2022.v11i2.14654

Correspondencia: Teresita Danayse Duany Díaz. Correo electrónico: tduanyd@gmail.com

Duany-Díaz, T^{D1ABCF}

¹Duany-Díaz, TD. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Centro de Investigaciones del Deporte Cubano. Cuba. Correo electrónico: tduanyd@gmail.com

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación, ^BRecolector de datos, ^CRedactor del trabajo, ^DTratamiento estadístico, ^EApoyo económico, ^FIdea original y coordinador de toda la investigación.

■ RESUMEN

Introducción: La ergometría deportiva realizada a los boxeadores permite valorar los parámetros fisiológicos, utilizados como indicadores del rendimiento físico. **Objetivo:** Rediseñar protocolos ergométricos específicos para el boxeo y aplicar el *software* CARDIOTRAINING_CIDC, en beneficio de la planificación deportiva individualizada. **Material y métodos:** Estudio cuasi-experimental, entre abril de 2020 y abril de 2021; muestra: 14 boxeadores del Equipo Nacional cubano; edad: 24 a 31 años, todos del sexo masculino. Se realizaron dos tipos de pruebas de esfuerzo máximas sobre tapiz rodante: una convencional y otra específica para boxeo. Se utilizó un software, el CARDIOTARINING_CIDC, una macro VBA de Excel, para calcular y archivar los valores de la frecuencia cardíaca. **Resultados:** Se registraron en la primera y segunda ergometrías: la frecuencia cardíaca máxima y su porcentaje respecto a la estimada; el consumo máximo de oxígeno (medias: 45 y 61,4 ml/kg/min), el consumo miocárdico de oxígeno (30,3 ml/min y 41,8 ml/min) y el equivalente metabólico (medias: 12,8 METS y 17,6 METS). Tres de estos indicadores tuvieron relación estadística significativas ($p < 0,01$) en la ergometría diseñada para el estudio, respecto a la convencional. **Conclusiones:** La ergometría específica para el boxeo resultó más efectiva en la realización de las pruebas de esfuerzo máximas cardiopulmonares.



■ PALABRAS CLAVE

ergometría, deportes, boxeo, frecuencia cardíaca, *software*.

■ ABSTRACT

Introduction: Sports ergometry performed on boxers allows the assessment of physiological parameters, used as indicators of physical performance. **Objective:** Redesign specific ergometric protocols for boxing and apply the CARDIOTRAINING_CIDC software, for the benefit of individualized sports planning. **Material and methods:** Quasi-experimental study, between April 2020 and April 2021; sample: 14 boxers from the Cuban National Team; Age: 24 to 31 years old, all male. Two types of maximum stress tests on treadmills were carried out: one conventional and the other specific for boxing. **Software,** CARDIOTRAINING_CIDC, an Excel VBA macro, was used to calculate and store heart rate values. **Results:** The following were recorded in the first and second ergometries: maximum heart rate and its percentage with respect to the estimated one; maximal oxygen consumption (means: 45 and 61.4 mL/kg/min), myocardial oxygen consumption (30.3 mL/min and 41.8 mL/min), and metabolic equivalent (means: 12.8 METS and 17.6 METS). Three of these indicators had a statistically significant relationship ($p < 0.01$) in the ergometry designed for the study, compared to the conventional one. **Conclusions:** The specific ergometry for boxing was more effective in performing maximum cardiopulmonary stress tests.

■ KEY WORDS

ergometry, sports, boxing, heart rate, *software*.

■ INTRODUCCIÓN

La prueba ergométrica es un proceder fundamental para la evaluación de los parámetros fisiológicos modificados como respuesta del organismo ante una carga impuesta durante el esfuerzo¹. Es una herramienta médica muy utilizada tanto en cardiología clínica como en medicina deportiva, con especial énfasis en la capacidad funcional, que permite analizar la respuesta electrocardiográfica y hemodinámica al ejercicio. La ergometría constituye una prueba de diagnóstico no invasiva, que puede además propiciar la evaluación de la capacidad física, la tolerancia al esfuerzo y su utilidad para la prescripción de actividad física².

La prueba de esfuerzo cardiopulmonar en el entorno deportivo se realiza con múltiples e importantes finalidades, en especial para valorar



la capacidad individual en la realización del ejercicio dinámico y para la evaluación de las respuestas de diferentes sistemas al esfuerzo (cardiocirculatorio, respiratorio, metabólico, entre otros)³. En el caso del boxeo, deporte clasificado dentro del área de combate, la evaluación funcional del deportista a partir de los parámetros cardiorrespiratorios obtenidos durante la ergometría reviste una importancia vital, si se tiene en cuenta que el púgil requiere un amplio desarrollo de diversas capacidades físicas, como la fuerza, la resistencia, la potencia, entre otras. Estas cualidades demandan un alto nivel de exigencia cardiovascular, que puede ser medido y valorado a través de las pruebas de esfuerzo realizadas a los boxeadores. Son de gran utilidad en el pronóstico de la integridad cardiovascular, como un confiable predictor de mortalidad e incluso, se le puede utilizar como indicador de rendimiento físico, para modificar y mejorar los planes de entrenamiento individuales⁴.

Es necesario la realización de la ergometría deportiva desde una perspectiva cuidadosa, sujeta a la nueva normalidad impuesta tras la pandemia de la COVID-19, con el necesario cumplimiento de las medidas higiénico-sanitarias dentro del laboratorio de pruebas de esfuerzo y con enfoques modernos basados en la ciencia⁵. Es por eso que este estudio se propone como objetivos rediseñar los protocolos ergométricos más específicos para el boxeo y aplicar el *software* CARDIOTRAINING_CIDC, en beneficio de la planificación deportiva individualizada a través de la frecuencia cardíaca y los rangos de las zonas de entrenamiento. Estas alternativas pueden resultar de gran interés dentro de las renovaciones y modificaciones que se asuman en la medicina en función del deporte tras la larga pausa concebida en Cuba y en el mundo en pro de la salud de la humanidad, en favor del movimiento atlético y de los deportistas.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio

En el Centro de Investigaciones del Deporte Cubano se realizó un estudio cuasi-experimental, entre los meses de abril de 2020 y abril de 2021.

Muestra

Selectiva intencional, constituida por 14 boxeadores del Equipo Nacional cubano, ocho como el grupo de casos y seis como el de control.

Todos los participantes fueron del sexo masculino, con edades entre los 24 y 31 años. A cada uno de ellos se tomó: peso (en kilogramos), talla (en metros), tensión arterial en reposo, al final de cada etapa



durante las ergometrías y en la recuperación (medida en milímetros de mercurio) mediante el tensiómetro digital marca TANGO, así como la medición de la frecuencia cardíaca (FC) y el electrocardiograma desde el reposo hasta la total recuperación, a través del *software* ERGOCID.

Para la medición directa del intercambio de gases se utilizó el sensor METALYZER, con el que se determinó el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$). También fue medido el esfuerzo a través del equivalente metabólico (en METS); este parámetro representa la capacidad metabólica que tiene el organismo desde el nivel basal, para lograr suplir las necesidades energéticas que demanda una actividad física, según su intensidad⁶. Así mismo fue calculado el consumo miocárdico de oxígeno (MVO₂), resultante de la fórmula: $(DP \text{ máximo} \times 0,14 \times 0,01) - 6,3$, donde: DP es el doble producto^{7,8}. Este es un parámetro que se evalúa durante la prueba de esfuerzo, el cual se obtiene por la multiplicación de la presión arterial sistólica máxima por la frecuencia cardíaca máxima. El valor del doble producto expresa el consumo miocárdico de oxígeno, lo que representa como tal el gasto energético del corazón ante un ejercicio físico o una actividad con determinada intensidad⁹.

Antes de iniciar cada prueba de esfuerzo, se dio a conocer a los sujetos del estudio su finalidad y modo de desarrollarse; así mismo, se obtuvo el consentimiento voluntario para la participación en el estudio de los atletas.

Como criterio de finalización de la prueba, se tuvo el completar el protocolo aplicado, o bien la interrupción de la misma a solicitud del boxeador por fatiga o por cansancio de los miembros inferiores.

Para la renovación de los modos de actuación respecto a los protocolos ergométricos deportivos, se tuvieron en cuenta los estándares conocidos para la realización de las pruebas de esfuerzo^{1,10,11}:

1. Los protocolos de esfuerzo utilizados para los deportistas deben ser incrementales.
2. Se inician a bajas cargas con aumentos suaves y progresivos para permitir la adaptación al ergómetro y servir de calentamiento.
3. Duración óptima entre ocho y 12 minutos, con tiempo máximo de hasta 20 minutos.
4. Siempre deben ser pruebas máximas: protocolos diseñados para que el sujeto pueda alcanzar su capacidad límite de esfuerzo o llegue al agotamiento, lo cual debe coincidir con un valor por encima del 90% de la frecuencia cardíaca máxima teórica estimada (FCME).

Se propuso el rediseño protocolar de las ergometrías deportivas (gesto-específicas), con base en los aspectos siguientes:



1. Ajustes asociados a las necesidades especiales del atleta, al imitar los movimientos o gestos biomecánicos específicos de su deporte.
2. Simulación de los tiempos de competición de la modalidad deportiva para establecer los escalones dentro del protocolo ergométrico.
3. Utilización de ergómetros, que son los equipos o aparatos sobre los que el individuo puede realizar la ergometría, que se aproximen a los gestos deportivos del atleta estudiado, modificados para lograr mayor comodidad en la realización del esfuerzo y, por tanto, resultados ergométricos más eficientes.
4. Posibilidad de emplear implementos deportivos facilitadores, similares a otros utilizados durante los entrenamientos específicos del deporte o innovados con el fin ergométrico.

Protocolo de ergometría 1 (convencional) sobre estera rodante ERGOCID AT-PLUS, aplicado al grupo control:

- Calentamiento inicial de tres minutos a 10 kilómetros por hora (km/h); comienzo del primer escalón con 11 km/h.
- Aumento de dos km/h cada tres minutos en los siguientes tres escalones del protocolo, con la estera a un por ciento de inclinación.
- Incremento en los posteriores escalones de un km/h cada minuto, hasta el agotamiento; la estera con tres por ciento de inclinación.
- Para la recuperación: se mantuvo la carrera durante el primer minuto a nueve km/h, luego el atleta se pudo sentar.

Protocolo de ergometría 2 (rediseño) sobre estera rodante ERGOCID AT-PLUS, aplicado al grupo de casos (experimental):

- Se realizó un calentamiento inicial de tres minutos en la estera, a velocidad de 11 kilómetros por hora (km/h), con pendiente cero.
- Se distribuyó la prueba en etapas, de tres minutos cada una, durante las cuales se comenzó desde 12 km/h y se aumentó un km/h al avanzar hacia el escalón siguiente, hasta alcanzar la velocidad máxima de 21km/h, sin pendiente.
- Entre cada etapa de tres minutos, se realizó una pausa de un minuto de recuperación entre ellas, en la cual el boxeador caminó sobre la estera a velocidad de 4,5 km/h.
- Para la recuperación: caminata durante el primer minuto con velocidad de 4,5 km/h, luego el boxeador se pudo sentar.



- El protocolo de trabajo trató de emular un combate durante la competición internacional, basado en los tiempos y exigencias del reglamento de la Federación Internacional de Boxeo.

Se utilizó el *software* en formato macro VBA de EXCEL, denominado CARDIOTRAINING_CIDC, creado por la autora, para facilitar la determinación automática de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) predicha mediante la fórmula de Tanaka: $206 - 0,7 \times [\text{edad}]^{12}$; se seleccionó esta ecuación de entre 56 analizadas^{13,14}, por la acertada capacidad predictiva de la FC_{máx}, en especial la de atletas de ambos sexos con entrenamiento de resistencia, y al tratarse de deportistas entrenados del alto rendimiento. El mismo *software* también calculó los valores de los porcentos 60, 70, 80 y 90 de la FC_{máx} obtenida durante la prueba ergométrica, y estos resultados corresponden a los límites de los rangos de las diferentes zonas de entrenamiento. Generó, además, una base de datos que almacena toda esta información, a la que se añadió: nombre(s) y apellidos del sujeto, edad, fecha de realización de la prueba y la FC_{máx} de la ergometría, datos que se pudieron consultar con posterioridad.

La FC_{máx} estimada (FCME) se calculó según fórmula de Karvonen ($220 - \text{edad}$), computada de manera automática por el *software* del ergoespirómetro (ERGOCID), además de la resultante de la fórmula de Tanaka, que se computó por el *software* CARDIOTRAINING_CIDC. Se consideró una prueba ergométrica submáxima cuando el valor del porcentaje calculado de la FC sobrepasó el 85%, y una prueba máxima, cuando este parámetro sobrepasó el 90%.

Se expresaron algunas variables de la estadística descriptiva, que se enunciaron mediante las medias, desviaciones estándares y porcentajes de los estadígrafos. Fueron calculados coeficientes de correlación de Pearson y se aplicó la prueba de t Student para evaluar relaciones entre variables. El tratamiento estadístico de los resultados se llevó a cabo a través del programa PSPP, versión 1.0.1, y algunos de los resultados se ofrecieron en tablas y figuras para mejor exposición.

■ RESULTADOS

Durante las dos ergometrías realizadas, tanto en la convencional como en la rediseñada, se midieron esencialmente los siguientes aspectos: FC_{máx}, VO₂_{máx}, MVO₂, así como el equivalente metabólico tolerado (en METS).

Los valores de la FC_{máx} obtenida en las ergometrías 1 y 2 se presentan a continuación, junto con las FCME según las ecuaciones de Karvonen y Tanaka, así como los rangos mínimos y máximos de cada una de ellas,



la desviación estándar (DE) y el porcentaje que representan las FCME respecto a la FCmáx alcanzadas en las pruebas de esfuerzo (tablas 1 y 2). Durante la primera ergometría, el coeficiente de correlación entre las frecuencias máximas alcanzadas y la predicha según Karvonen fue de -0,39; el calculado entre las FCmáx y la estimada de acuerdo con Tanaka fue de -0,42. En cuanto a la segunda ergometría, los valores fueron de 0,71 y 0,75, para las correlaciones entre la FCmáx lograda y las predichas de acuerdo con Karvonen y Tanaka, respectivamente.

Tabla 1. Comportamiento de la frecuencia cardíaca durante la Ergometría 1 para el grupo control

Variable	Muestra	Máxima	Mínima	Media	DE	% FC máx
FCmáx	6	200	149	171	19,6	-
FCME según Karvonen	6	196	191	193	2,0	88,6
FCME según Tanaka	6	189	185	187	1,5	91,4

Leyenda: DE: desviación estándar; %FC máx: porcentaje correspondiente según la frecuencia cardíaca máxima obtenida en la ergometría; FCmáx: frecuencia cardíaca máxima; FCME: frecuencia cardíaca máxima estimada.

Tabla 2. Comportamiento de la frecuencia cardíaca durante la Ergometría 2 para el grupo experimental

Variable	Muestra	Máxima	Mínima	Media	DE	% FC máx
FCmáx	8	204	169	190	10	-
FCME según Karvonen	8	199	188	193	3,9	98,4
FCME según Tanaka	8	191	183	187	2,7	101,6

Leyenda: DE: desviación estándar; %FC máx: porcentaje correspondiente según la frecuencia cardíaca máxima obtenida en la ergometría; FCmáx: frecuencia cardíaca máxima; FCME: frecuencia cardíaca máxima estimada.

Los rangos del VO₂máx durante la ergometría 1 fueron entre 35,2 y 54,5 ml/kg/min, con una media de 45 ml/kg/min y desviación estándar de $\pm 7,3$, mientras que en la ergometría 2 el mínimo valor resultó 53,9 y el máximo 72,8 ml/kg/min, media de 63 y desviación estándar de $\pm 7,9$ (figura 1). La relación entre las media tuvo un valor de $p=0,002$.

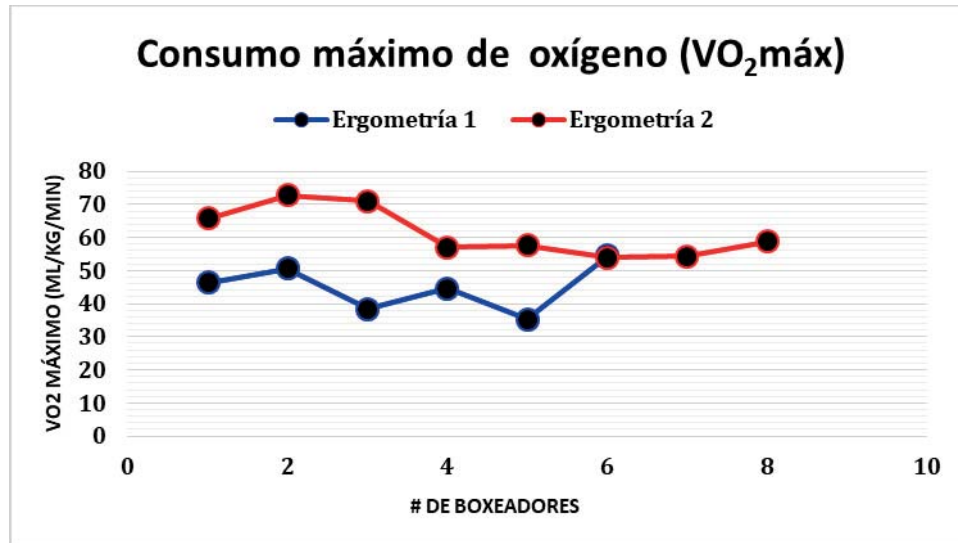


Figura 1. Comportamiento del consumo máximo de oxígeno.

Ergometría 1: grupo control; ergometría 2: grupo experimental.

Se destaca que cada boxeador realizó una prueba máxima, al sobrepasar el 90% de la FCME según Tanaka, en ambas ergometrías. El requerimiento energético durante la primera prueba de esfuerzo osciló entre 10 y 15,6 METS, con una media de 12,8 y una desviación estándar de $\pm 2,1$ METS, mientras que en la segunda estuvo entre 15,4 y 20,8 METS, media de 17,6 y desviación estándar de $\pm 2,1$ ($p=0,002$) [figura 2].

Respecto al consumo miocárdico de oxígeno, los valores fueron entre 11 y 42 ml/min, la media fue de 30,3 y la desviación estándar $\pm 11,3$ ml/min para la ergometría convencional; en la prueba de esfuerzo rediseñada, el rango osciló entre 34 y 47 ml/min, con una media de 41,8 y desviación estándar de $\pm 4,6$ ($p=0,06$).

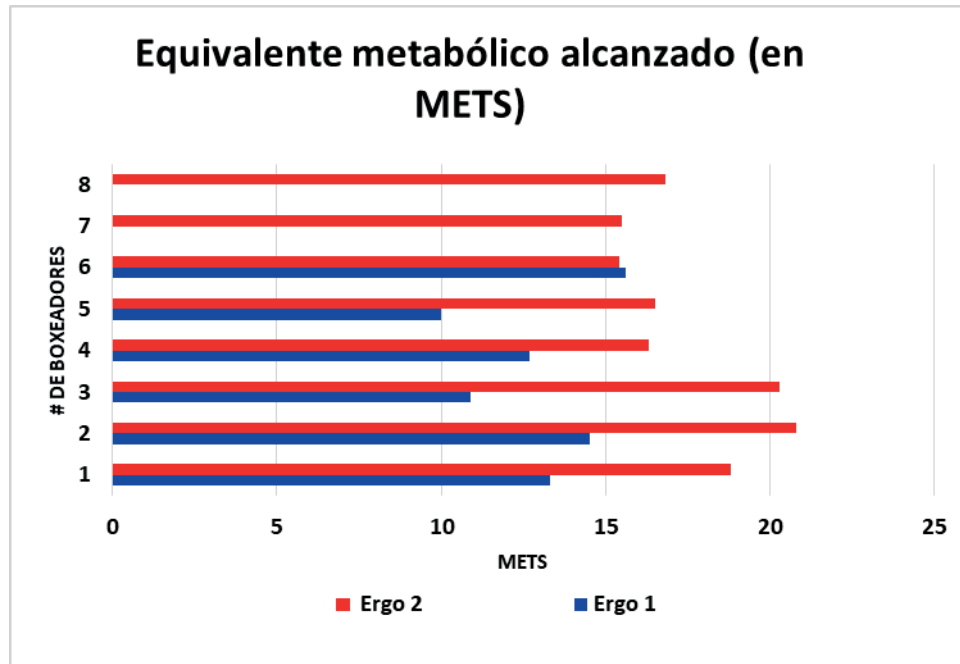


Figura 2. Equivalente metabólico en ambas ergometrías. Ergo 1: ergometría en grupo control; ergo 2: ergometría en grupo experimental

■ DISCUSIÓN

En el análisis de las dos pruebas de esfuerzo realizadas a cada boxeador, la FC_{máx} superó el 85% de la FCME calculada según las ecuaciones de Tanaka (91,4%) y Karvonen (88,6%); sin embargo, en la segunda ergometría, rediseñada para ser más específica, los porcentajes estuvieron alrededor del 100% de la FCME (98,4 según Karvonen y 101,6% respecto a Tanaka). Estos valores evidencian una mayor intensidad durante la realización de las ergometrías gesto-específicas, para propiciar la elevación de la FC_{máx} más cercana a la prevista, lo cual habla a favor de que la semejanza a los propios movimientos y tiempos del deporte, pueden lograr un mayor incremento de la FC_{máx} en la ergometría¹⁵. Al ser la prueba de laboratorio más similar a los períodos de combate de los boxeadores, con las pausas intermedias, también la adaptación a los escalones se hace de modo más fisiológico y repercute en un mejor resultado al finalizar el esfuerzo máximo.

Se evidenció al atender el VO₂_{máx} que se alcanzaron valores superiores en la segunda ergometría, con diferencia significativa en cuanto a la relación entre las medias, comparada con la prueba de esfuerzo convencional (p=0,002; p<0,01); al comparar los rangos de cada examen, se manifiesta la superioridad de la segunda ergometría respecto a la primera (figura 1). Lo anterior puede representar que, mientras se llegan a resultados superiores en parámetros como la FC_{máx}, estos se



correlacionan positivamente con el mejor alcance del $\text{VO}_2\text{máx}$ en el esfuerzo¹⁶, además de que permite inferir la mayor eficiencia de las pruebas gesto-específicas, diseñadas para el boxeo, si se tiene en cuenta que el $\text{VO}_2\text{máx}$ es el mejor indicador de aptitud cardiorrespiratoria y de capacidad funcional de ejercicio^{11,17}.

En cuanto a los equivalentes metabólicos expresados como requerimiento energético, como se muestra en la figura 2, la segunda ergometría se destacó con respecto a la convencional, debido a la superioridad en los valores de los parámetros cardiopulmonares de la prueba rediseñada comparados a los registrados durante la primera prueba. En igual sentido se comportó el consumo miocárdico de oxígeno, ligeramente superior durante la segunda prueba con respecto a la primera, aunque la diferencia estadística de este indicador entre las pruebas de esfuerzo no llegó a ser significativa, al establecer la comparación entre ellas ($p=0,06$). Esto se puede explicar porque al ser el MVO_2 un modo de representación del consumo energético del corazón ante una demanda física de cualquier intensidad, y al ser los sujetos del estudio atletas del alto rendimiento, con corazones bien entrenados para soportar grandes cargas de trabajo, no hubo diferencias al realizar diferentes intensidades de esfuerzo; el consumo miocárdico de oxígeno se incrementó de manera directa y proporcional al aumento de la intensidad del esfuerzo, sin afectar al músculo cardíaco.

La prueba ergométrica que se rediseñó para el boxeo fue significativamente superior ($p<0,01$) a la convencional después del análisis de tres de sus principales indicadores: frecuencia cardíaca máxima, consumo máximo de oxígeno, y equivalente metabólico; el consumo miocárdico de oxígeno representa la integridad hemodinámica cardiovascular, entre el aporte efectivo del volumen de oxígeno y la correcta función del miocardio, por lo cual es un buen signo que no hayan existido diferencias significativas entre ambas ergometrías (convencional y rediseñada), y habla a favor de la salud cardiovascular de los púgiles estudiados^{8,9}.

El uso del *software* CARDIOTRAINING_CIDC permitió la obtención de la frecuencia cardíaca máxima estimada según la ecuación de Tanaka, cuyos valores durante la primera prueba, la convencional, se correlacionaron con la FCmáx obtenida y resultó tener relación negativa (-0,4); lo mismo ocurrió con la predicha según fórmula de Karvonen (-0,3). Sin embargo, la correlación de los valores de la FCmáx durante las ergometrías gesto-específicas con la predicha según Karvonen fue positiva (0,71), al igual que la resultante de la relación según la prevista por Tanaka (0,75); esto permite aseverar que en las pruebas de esfuerzos rediseñadas para el boxeo los resultados de acuerdo a las FCmáx predichas se acercaron más a la real obtenida durante las ergometrías máximas, y que esta



correlación resultó ser fuerte¹⁸. El *software* fue utilizado además como base de datos para los sucesivos reajustes en la preparación deportiva de los púgiles que participaron en la investigación, porque les fueron facilitados los rangos de las zonas de entrenamiento a partir de la frecuencia cardíaca, para evaluar no solo en el laboratorio de ergometría, sino también durante cada sesión de entrenamiento, bajo la supervisión del personal médico y técnico deportivo. Resultó muy útil para el control fisiológico del entrenamiento mediante la frecuencia cardíaca, a través de la predicción de la FCME y para la precisión de las zonas de entrenamiento de modo individualizado, por lo que se estima que puede constituir una herramienta práctica tanto para deportistas como para pacientes cardiopatas en rehabilitación e individuos sanos, en cuanto a la planificación de la actividad física de manera personalizada.

Se recomienda, por tanto, la ampliación de este estudio respecto a la efectividad de la ergometría gesto-específica, para valorar no solo a los boxeadores de alto rendimiento, sino también para estudiar a las categorías juveniles, cadetes, escolares e, incluso, durante la evaluación de los talentos deportivos para la especialidad de boxeo.

■ CONCLUSIONES

El rediseño de la prueba de esfuerzo máxima gesto-específica en el boxeo fue significativamente más efectiva que la ergometría convencional, porque su diseño se asemeja a los tiempos de la competición boxística y a los movimientos técnicos del pugilismo.

El uso del software CARDIOTRAINING_CIDC permitió la obtención automática de la frecuencia cardíaca máxima estimada muy cercana a la real obtenida en pruebas de esfuerzo, y puede ser utilizado como base de datos para los sucesivos reajustes en la preparación deportiva, por facilitar los rangos de las zonas de entrenamiento a partir de la frecuencia cardíaca.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manonelles PM, Franco LB, Naranjo JO. Pruebas de esfuerzo en medicina del deporte. Arch Med Dep. 2016[citado 30 de abril de 2022];33(1):5-83. Disponible en: http://www.femede.es/documentos/Consenso_PE.pdf
2. Dowd K, Szeklicki R, Minetto MA, Murphy MH, Polito A, Ghigo E et al. A systematic literature review of reviews on techniques for physical activity measurement in adults: a DEDIPAC study. Int J Beh Nutr Phys Activ. 2018[citado 30 de abril de 2022];15(15). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0636-2>



3. Arós F, Boraita A, Alegría E, Alonso AM, Bardají A, Lamiel R et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. *Rev Esp Cardiol*. 2000[citado 30 de abril de 2022];53(8):1063-94. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-pdf-X0300893200108041>
4. Becerril AA. Descenso de la frecuencia cardiaca durante el primer minuto de recuperación posterior a realizar una prueba de esfuerzo en banda sin fin en boxeadores amateurs y profesionales de Toluca 2013. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, 2014[citado 30 de abril de 2022]. Tesis de posgrado. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/14668>
5. Duany TD, Colás M. Consideraciones médicas entorno a la reincorporación deportiva después de la COVID-19. *Rev Cub Med*. 2021[citado 30 de abril de 2022];60(1):e1645. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/med/v60n1/1561-302X-med-60-01-e1645.pdf>
6. Duany TD, Colás M. Ergometría en el entrenamiento de alto rendimiento cubano. *Rev Cub Med*. 2021[citado 30 de abril de 2022];60(3). Disponible en: <http://revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/1683/2108>.
7. Mann DL, Braunwald. Tratado de cardiología. 2020[citado 30 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/#!/browse/book/3-s2.0-C20140042347>
8. Katz LN, Feinberg H. The relation of cardiac effort to myocardial oxygen consumption and coronary flow. *Circ Res*. 1958[citado 30 de abril de 2022];6(5):656-69. Disponible en: <https://doi.org/10.1161/01.res.6.5.656>
9. Rodríguez I. Índice de eficiencia miocárdica en jugadores de fútbol asociación en pretemporada 2015 a 2600 metros sobre el nivel del mar. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, 2017[citado 30 de abril de 2022]. Tesis de posgrado. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/14660/1/413830.pdf>
10. Galván C, del Valle M, Bonafonte L. Guía de realización de pruebas de esfuerzo en medicina del deporte. *Soc Esp Med Dep*. 2020[citado 30 de abril de 2022]. Disponible en: http://www.femedede.es/documentos/Guia_pruebas_esfuerzo_MD-COVID.pdf
11. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al. ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease: The Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2021[citado 30 de abril de 2022];42(1):17-96. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
12. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Col Cardiol*. 2001[citado 30 de abril de 2022];37(1):153-156. Disponible en: <https://www.jacc.org/doi/full/10.1016/S0735-1097%2800%2901054-8>



13. Pereira JE, Peñaranda DG, Pereira P, Pereira R, Flores J, Marin L. Realidad de las ecuaciones predictivas para prescribir ejercicio según frecuencia cardíaca máxima en pacientes con obesidad. Rev Ib CC Act Fis Dep [Internet]. 30 de julio de 2019 [citado 3 de mayo de 2022];8(2):26-3. Disponible en: <https://revistas.uma.es/index.php/riccafd/article/view/6453>
14. Miragaya MA, Magri OF. Ecuación más conveniente para predecir frecuencia cardíaca máxima esperada en esfuerzo. Rev Insuf Card. 2016[citado 30 de abril de 2022];11(2):56-61. Disponible en: http://www.insuficienciacardiaca.org/pdf/v11n2_16/56Ecuacion-Miragaya.pdf
15. Duany TD, Colás M. Ergometría en el entrenamiento de alto rendimiento cubano. Rev Cub Med. 2021[citado 30 de abril de 2022];60(3). Disponible en: <http://revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/1683/2108>
16. Galvis JC, Mejía JE, Espinosa PJ. Correlación del Queen's College Step Test y ergoespirometría para estimación de VO₂max. Rev Ib CC Act Fis Dep [Internet]. 2020 [citado 30 de abril de 2022];9(2):94-107. Disponible en: <https://revistas.uma.es/index.php/riccafd/article/view/6706>
17. Galván CT, del Valle M, Franco L, Manonelles P, Jiménez JF, Pérez J, et al. Guía de reincorporación a la práctica deportiva en el deporte de competición. Soc Esp Med Dep. 2020 [citado 30 de abril de 2022]. Disponible en: http://www.femede.es/documentos/Guia_reincorporacion_deporte-05.pdf
18. Mallol M, Mejuto G, Bentley D, Norton L, Norton K, Yanci J. Diferencias en las respuestas fisiológicas entre triatletas masculinos y femeninos. Rev Ib CC Act Fis Dep [Internet]. 2020 [citado 30 de abril de 2022];9(1):35-52. Disponible en: <https://revistas.uma.es/index.php/riccafd/article/view/8300>