

CUERPO EDITORIAL

DIRECTOR

- Dr. Esteban Sanchez Gaitan, Hospital San Vicente de Paúl, Heredia, Costa Rica.

CONSEJO EDITORIAL

- Dr. Cesar Vallejos Pasache, Hospital III Iquitos, Loreto, Perú.
- Dra. Anais López, Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, Lima, Perú.
- Dra. Ingrid Ballesteros Ordoñez, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Dra. Mariela Burga, Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins. Lima, Perú.
- Dra. Patricia Santos Carlín, Ministerio de Salud (MINSa). Lima, Perú.
- Dr. Raydel Pérez Castillo, Centro Provincial de Medicina Deportiva Las Tunas, Cuba.

COMITÉ CIENTÍFICO

- Dr. Zulema Berrios Fuentes, Ministerio de Salud (MINSa), Lima, Perú.
- Dr. Gerardo Francisco Javier Rivera Silva, Universidad de Monterrey, Nuevo León, México.
- Dr. Gilberto Malpartida Toribio, Hospital de la Solidaridad, Lima, Perú.
- Dra. Marcela Fernández Brenes, Caja costarricense del Seguro Social, Limón, Costa Rica
- Dr. Hans Reyes Garay, Eastern Maine Medical Center, Maine, United States.
- Dr. Steven Acevedo Naranjo, Saint- Luc Hospital, Quebec, Canadá.
- Dr. Luis Osvaldo Farington Reyes, Hospital regional universitario Jose Maria Cabral y Baez, Republica Dominicana.
- Dra. Caridad María Tamayo Reus, Hospital Pediátrico Sur Antonio María Béguez César de Santiago de Cuba, Cuba.
- Dr. Luis Malpartida Toribio, Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión, Callao, Perú.
- Dra. Allison Viviana Segura Cotrino, Médico Jurídico en Prestadora de Salud, Colombia.
- Mg. Luis Eduardo Traviezo Valles, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Barquisimeto, Venezuela.
- Dr. Pablo Paúl Ulloa Ochoa, Instituto Oncológico Nacional "Dr. Juan Tanca Marengo", Guayaquil, Ecuador.

EQUÍPO TÉCNICO

- Msc. Meylin Yamile Fernández Reyes, Universidad de Valencia, España.
- Lic. Margarita Ampudia Matos, Hospital de Emergencias Grau, Lima, Perú.
- Ing. Jorge Malpartida Toribio, Telefónica del Perú, Lima, Perú.
- Srta. Maricielo Ampudia Gutiérrez, George Mason University, Virginia, Estados Unidos.

EDITORIAL ESCULAPIO

50 metros norte de UCIMED,
Sabana Sur, San José-Costa Rica
Teléfono: 8668002
E-mail: revistamedicasinergia@gmail.com



ENTIDAD EDITORA

SOMEA

SOCIEDAD DE MEDICOS DE AMERICA

Frente de la parada de buses Guácimo, Limón. Costa Rica
Teléfono: 8668002
Societaddemedicosdeamerica@hotmail.com
<https://somea.businesscatalyst.com/informacion.html>



Asociación entre variables ecocardiográficas y antropométricas de interés para el control biomédico en luchadores de primer nivel

Association between echocardiographic and anthropometric variables of interest for biomedical control in first level fighters



¹**Dra. Josefa Silva Fernández**

Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba

<https://orcid.org/0000-0001-8543-6249>

²**Dra. María Evelina Almenares Pujadas**

Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba

<https://orcid.org/0000-0002-5224-2998>

³**Dr. Raydel Pérez Castillo**

Centro provincial de Medicina del Deporte, Las Tunas, Cuba

<https://orcid.org/0000-0001-9454-5375>

RECIBIDO
25/03/2020

CORREGIDO
01/05/2020

ACEPTADO
01/06/2020

RESUMEN

Introducción: El proceso de control biomédico del entrenamiento deportivo, constituye una de las esferas de trabajo fundamentales al valorar la adaptación funcional del rendimiento físico. El estudio se propone evaluar la correlación variables ecocardiográficas y antropométricas en luchadores de primer nivel producto de las cargas de entrenamiento al final de la preparación especial. **Métodos:** La muestra estuvo constituida por 19 deportistas (14 competidores del estilo grecorromano y 5 del estilo libre). Se agruparon según sus pesos corporales en las categorías: ligeros, medianos, pesados y superpesados. Se efectuó ecocardiograma torácico estándar bidimensional en reposo al final de la preparación especial. Se emplearon las variables: Edad, Edad deportiva, Estatura, Peso Corporal, Superficie Corporal, Septum Interventricular, Pared Posterior del VI, Diámetro diastólico del VI, Diámetro de la raíz de la Aorta, Diámetro de la Aurícula izquierda y Diámetro del Ventrículo derecho, Índice h/r, Índice de Hipertrofia Septal Asimétrica, Índice de Hipertrofia Concéntrica del VI, Frecuencia cardíaca, Volumen diastólico, Volumen de eyección ó Stroke Volumen, Índice del gasto cardiaco, Fracción de eyección y Fracción de acortamiento. **Resultados:** La edad media fue de 26,1 años y 21,6

¹Especialista en Medicina del Deporte. MsC en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Profesora Asistente de la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. CP: 46795

²Médico Especialista en Medicina del Deporte. Dra en Ciencias Médicas. Profesora Auxiliar de la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. CP: 05163

³Médico especialista primer grado en Medicina Familiar de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Código: 141391.
raydelperez@nauta.cu



respectivamente con una experiencia deportiva de 16,0 y 14,4 años. Los indicadores promedio fueron: Septum Interventricular ($12,32 \pm 1,26$), Pared Posterior del VI ($13,15 \pm 1,27$), Diámetro diastólico del VI ($21,13 \pm 3,21$), Stroke Volumen ($78,22 \pm 9,93$ mL), Índice del gasto cardíaco ($2,60 \pm 0,15$) e índice h/r ($0,48 \pm 0,02$). Los menores registros se encontraron en los luchadores de menor peso. Los valores mínimos y máximos de los se encontraron en los ligeros y superpesados respectivamente. Los valores absolutos de los indicadores funcionales se correspondieron con las características antropométricas. **Conclusiones:** Los luchadores tienen un corazón estructural y funcionalmente sano con un adecuado balance aeróbico-anaeróbico de su remodelación. La mayor correlación se establece entre el peso corporal y las variables ecográficas estructurales, funcionales y de remodelado.

PALABRAS CLAVE: ecocardiografía; ecocardiografía transtorácica; deportista; medicina deportiva; antropometría; muerte súbita; ventrículo cardíaco.

ABSTRACT

Introduction: The echocardiographic monitoring process works fundamentally by assessing the functional adaptation of physical performance. The study aims to evaluate the correlation between echocardiographic and anthropometric variables in first level fighters as a result of the training loads at the end of the special preparation. **Methods:** The sample was constituted by 19 sportsmen (14 competitors of the Greco-Roman style and 5 of the free style). They were grouped according to their body weights in the categories: light, medium, heavy and superheavy. Standard two-dimensional transthoracic echocardiography was performed at rest at the end of the special preparation. Variables were used: Age, Sporting Age, Height, Body Weight, Body Surface, Interventricular Septum, Posterior Wall of the LV, Diastolic Diameter of the LV, Diameter of the Aortic Root, Diameter of the Left Auricle and Diameter of the Right Ventricle, h/r Index, Asymmetric Septal Hypertrophy Index, Concentric LV Hypertrophy Index, Heart Rate, Diastolic Volume, Ejection Volume or Stroke Volume, Cardiac Output Index, Ejection Fraction and Shortening Fraction. **Results:** Mean age was 26.1 years and 21.6 years respectively with a sports experience of 16.0 and 14.4 years. Mean indicators were: Interventricular Septum (12.32 ± 1.26), Posterior LV Wall (13.15 ± 1.27), Diastolic LV Diameter (21.13 ± 3.21), Stroke Volume (78.22 ± 9.93 mL), Cardiac Output Index (2.60 ± 0.15) and h/r index (0.48 ± 0.02). The lowest records were found in the lowest weight wrestlers. The lowest and highest values were found in light and super-heavyweight wrestlers respectively. The absolute values of the functional indicators corresponded to the anthropometric characteristics. **Conclusions:** Wrestlers have a structurally and functionally healthy heart with an adequate anaerobic balance of its remodeling according to the state of the high school. The highest correlation is established between body weight and structural, functional and remodeling ultrasound variables. **KEYWORDS:** echocardiography; transthoracic echocardiography; sports; sports medicine; anthropometry; sudden cardiac death; cardiac ventricle.

INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XIX se plantea que tanto el ejercicio físico prolongado e intenso como el entrenamiento deportivo sistemático pueden producir cambios agudos o adaptaciones cardiovasculares crónicas, que han sido motivo de interés para entrenadores, fisiólogos y médicos, en la búsqueda de conocer su impacto en la salud como en el rendimiento de los deportistas (1,2,3). La práctica de deportes de alto rendimiento produce adaptaciones en el aparato cardiovascular que se manifiestan a través de diversos cambios clínicos electrocardiográficos y ecocardiográficos, detectables en el examen del atleta (2,3,1). Los estudios ecocardiográficos en los deportistas comenzaron a utilizarse como técnica para el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares invalidantes de la actividad física deportiva u otros riesgos para su vida al jerarquizar de manera precoz el riesgo de muerte súbita y la repercusión en la asimilación de carga de entrenamiento (4,5). Varias investigaciones identifican a la cardiopatía isquémica como una de las principales causas de eventos cardiovasculares y de muerte súbita en los deportistas de alto rendimiento (6,7,8).

El ecocardiograma es utilizado con mayor frecuencia, para la valoración de los cambios que ocurren en las paredes y cavidades cardíacas producto del entrenamiento sistemático de alto nivel, y las influencias sobre la función cardiovascular en su totalidad. En los estudios de medicina del deporte se reportan con asiduidad el análisis de variables ecocardiográficas como el

diámetro (aurícula izquierda, raíz aórtica, ventrículo izquierdo (VI) en diástole y sístole), los espesores diastólicos del septum interventricular y la pared posterior del ventrículo izquierdo y los volúmenes diastólicos y sistólicos del ventrículo izquierdo; así como el volumen de eyección o volumen latido, el gasto cardíaco, la masa miocárdica e indicadores de función sistólica como la fracción de eyección (9,10). Sin embargo, son escasos los estudios enfocados al estudio de otros indicadores que evalúan el remodelado miocárdico como el Índice Tei o el Strain (5,4).

En los Centros de Atención Médica del Deporte forma parte de las investigaciones de control médico que se realizan a los atletas de alto rendimiento, como parte del control médico del entrenamiento deportivo. Su campo de estudio estuvo generalmente en el análisis de indicadores ecocardiográficos en deportes que tienen como base una capacidad aerobia. Algunos autores que sistematizan estos contenidos incluyen (Rabassa López-Calleja 2008), (Sánchez Martínez 2010) (Almenares Pujadas & Silva Medina 2013) (Géoffroy Agbélé et al. 2014) (Berovides Padilla & López Galarraga 2014) (Alós García et al. 2015) (Pérez Castillo 2020).

Se analizan las características ecocardiográficas de la adaptación de los luchadores cubano de primer nivel, inducida por las particularidades de la respuesta al entrenamiento durante la preparación especial. Esta investigación tiene como objetivo evaluar la correlación variables ecocardiográficas y antropométricas en luchadores de primer nivel producto de las cargas de

entrenamiento al final de la preparación especial para aportar información a los especialistas que realizan los controles biomédicos a los deportistas en nuestro país y en el exterior.

MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y correlacional, con los luchadores de máximo rendimiento en la preselección nacional del deporte de Lucha Olímpica. La muestra estuvo constituida por 19 deportistas (14 del estilo grecorromano y 5 del estilo libre), a mediados de la preparación especial para los pasados juegos centroamericanos.

Los ecocardiogramas fueron realizados en el Departamento de Imagenología del Instituto de Medicina del Deporte de La Habana. Se utilizó un equipo de ultrasonido de alta resolución SA – 6000 C escaneador, desarrollado por la tecnología digital construido por Medison Co., Ltd. 997-10, Daechi-dong, Kangnam- Ku. Seoul, Korea. Se trabajó en el modo bidimensional (tiempo real) y en el modo M, utilizando las vistas ecocardiográficas en el eje largo (ventanas acústicas): apexiana, supraesternal, subxifoidea y paraesternal izquierda.

Se emplearon las Variables: Edad, Edad deportiva, Estatura, Peso Corporal y Superficie Corporal (Fórmula de Dubois= talla (cm) $0,725 \times$ peso (Kg) $0,425 \times$ $0,007184$). Los indicadores ecocardiográficos seleccionados fueron:

Estructurales: Septum Interventricular (SIVd), Pared Posterior (PPVId), Diámetro diastólico del VI (DVId), Diámetro de la raíz de la Aorta (Ao), Diámetro de la Aurícula izquierda (AI) y

Diámetro del Ventrículo derecho (VD). **Remodelado:** Índice h/r $[(SIV+PP) / DVId]$, Índice de Hipertrofia Septal Asimétrica (IHSA) determinada como el $(SIVd/PPVId)$ y el Índice de Hipertrofia Concéntrica del VI (IHCVI) por la ecuación $[PPVId / (DVId/2)]$.

Funcionales: Frecuencia cardíaca: número de latidos cardíacos en un minuto (latidos/minuto), Volumen diastólico ($VVId = DVId^3 \times 1,05$), Volumen de eyección ó Stroke Volumen ($SV = VVId - VVIs$), Índice del gasto cardíaco (l/m^2), Fracción de eyección ($FeVI = DVId^3 - DVIs^3 / DVId \times 100$) y Fracción de acortamiento: ($FAC = DVIs/DVId \times 100$).

Los participantes fueron informados de las características de la investigación según el protocolo de Helsinki para la investigación con seres humanos. Para el procesamiento y análisis estadístico, se agrupan los deportistas según categorías de pesos, ligeros (menos de 65 Kg), medianos (66 hasta 75Kg), pesados (76 hasta menos de 100Kg) y super pesados (mayor de 100Kg). Se presentan las estadísticas descriptivas (rangos de valores, mínimos, máximos, promedios y desviaciones estándar). Se compararon los valores de los diferentes grupos de pesos utilizando la prueba Kruskal Wallis equivalente al ANOVA en pruebas no paramétricas ($p \leq 0,05$) con ayuda del paquete estadístico SPSS-W 21.

MARCO TEÓRICO

Las particularidades fisiológicas de los deportes se vinculan a variedades de hipertrofia parietal; así, el ejercicio anaerobio produce hipertrofia concéntrica y en el ejercicio de resistencia hipertrofia

excéntrica, en los deportes de desempeño mixto, se encuentran ambos tipos (13,14,15). En estudios realizados fundamentalmente con enfoques clínicos, se han utilizado índices que permiten formular modelación ventricular en función de sus características morfológicas (12,13). Cada índice obtenido por medio de ecuaciones que incluyen los valores parietales y del diámetro del VI, tiene especial significación y puede conducir a la sospecha o a la confirmación de condiciones morbosas invalidantes para el deporte de alto rendimiento y potenciales causas de muerte súbita en el deporte. La dilatación del VI está limitada a deportes de resistencia (14).

El índice de hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo (IHCVI), refleja la relación en diástole que existe entre el grosor del septum interventricular y el de la pared posterior del ventrículo izquierdo. Expresa el equilibrio entre el diámetro de esta cavidad y los grosores parietales y se proponen como valores de referencia de normalidad. Su mayor aplicación es en el diagnóstico de la miocardiopatía hipertrófica, entidad que por ser causa de muerte súbita. Se acepta para deportistas entre 0,30 y 0,45 y se considera un indicador del trabajo que se ha estado efectuando en la etapa que se realiza el estudio. Los superiores a 0,45, reflejan un trabajo de mayor intensidad y los menores indican la realización de esfuerzos con intensidades aerobias. Cuando un individuo posee una hipertrofia de miocardio concéntrica verdadera (mayor de 0,45), el especialista debe llevar a cabo una evaluación más profunda y no simplemente realizar mediciones de la estructura cardiaca. Con el índice de

hipertrofia septal asimétrica (IHSA) se puede poner de manifiesto la condición morbosa, por ser el desarrollo de la hipertrofia septal un signo característico de la cardiomiopatía hipertrófica (13). Este índice relaciona los grosores del SIVd y la PPVId, por lo que además de su aplicación en la clínica, se ha utilizado en estudios realizados con deportistas de diferentes disciplinas de combate entre las que se encuentra el boxeo y otros deportes de combate (15). Su valor de referencia se encuentra en el rango entre 0,9 y 1,3 pero cuando su aumento desproporcionado puede exceder el valor límite 1,5 se debe descartar la miocardiopatía hipertrófica septal asimétrica la que puede ser causa de muerte súbita.

El índice de grosor parietal relativo (h/r), es un indicador que expresa la relación entre las magnitudes de la cavidad ventricular y los grosores parietales (16). En consecuencia el índice h/r, permite establecer diferencias morfológicas entre el corazón de los sujetos que se preparan para competir en uno u otro tipo de deportes, diferenciar las características metabólicas predominantes de los ejercicios realizados sistemáticamente, fundamentalmente los aspectos metabólicos del entrenamiento y de la preparación deportiva en correspondencia con la etapa en que se realiza el estudio. Ello hace que este índice sea de especial interés, en el ámbito de la Medicina del Deporte. Estas características aumentan el interés de la inclusión de este índice como un complemento importante de las evaluaciones sistemáticas del control médico del entrenamiento deportivo. No abundan las referencias aún para los

casos clínicos y en las tablas en que se establecen límites de referencia se proponen rangos desde índices de 0,24 hasta 0,42, considerándose los valores superiores como desviaciones anormales en la clínica, desde leves hasta graves, cuando son iguales o mayores a 0,52.

En el Instituto de Medicina del Deporte de La Habana, se proponen como referencia valores en el rango de 0,32-0,40. Los índices menores indican que el entrenamiento tuvo predominio aeróbico y los mayores a 0,40 a trabajo fundamentalmente anaeróbico. Se reserva el rango de 0,36 a 0,39 como predominio definitorio del trabajo mixto o en grandes muestras mixtas (16). Se ha observado medidas superiores a 0,40 en deportistas que entrenan con características similares a las de estos luchadores, donde se pueden observar índices mayores de 0,45. Tal es el caso de la preselección cubana de boxeo, que se preparó para competir en los mismos juegos de los luchadores, en la que el rango de 0,40-0,53 según Almenares Pujadas & Silva Medina (15). Es importante tener en cuenta que estos deportistas pertenecen a una disciplina donde la fuerza y la rapidez de las acciones son fundamentales y que además, se encontraban en franco periodo de entrenamiento especial, momento en el que se trabaja, fundamentalmente para el desarrollo de la base anaerobia. La cavidad de la aurícula izquierda tiende a aumentar por los volúmenes grandes de sangre que recibe, con el trabajo físico y a lo largo del tiempo puede alcanzar un 16% de incremento medio en el diámetro transversal. En el diámetro del ventrículo derecho no ha sido motivo de estudios frecuentes en la población deportiva y se

han citado como límites (21 y 26 mm), en los deportistas (17). Algunos autores consideran que para comprender los mecanismos subyacentes al agrandamiento del miocardio en deportistas, los estudios futuros deberían investigar las peculiaridades de los parámetros diastólicos y de la circulación coronaria durante la realización aguda de diferentes tipos de ejercicios (13). En un mismo tipo de actividad, en dependencia del volumen y la intensidad del trabajo (30). Recientemente se ha observado que los parámetros de tensión podrían revelar con mayor precisión las diferencias del patrón de la remodelación morfológica y funcional del VI. Esto podría abrir nuevas posibilidades para la identificación de diferencias no descubiertas con anterioridad con relación al corazón de atleta. No es posible emitir un juicio concreto cuando no existen patrones previos que realmente permitan efectuar un análisis crítico de este resultado, o cuando el valor de referencia no fue obtenido en una población similar.

RESULTADOS

Las edades cronológicas fueron como promedio de 26,1 en la Lucha greco y 21,6 años la Lucha libre; con edades deportivas de 16,0 y 14,4 años respectivamente. Los valores medios de peso corporal fue de 84,0 Kg \pm 22,0 Kg con diferencias altamente significativas entre los grupos clasificados para el estudio; la estatura de (176,4 \pm 10,0 cm) y la superficie corporal (1,90 \pm 0,28 m²) presentan similares características en cuanto a su distribución intergrupala (**TABLA 1**). El análisis de los indicadores morfológicos mostró que el valor grupal

del grosor del septum interventricular en tele-diástole fue de $12,7 \pm 2,0$ mm y el de la PPVId en la misma etapa fue de $13,3 \pm 1,8$ mm. Ambas estructuras parietales presentan sus valores más bajos ($n=5$; 10,8mm) en el grupo de los luchadores de pesos ligeros y los más altos ($n=5$; 13,8mm) en los luchadores superpesados. En el caso del diámetro del ventrículo derecho la media fue de $52,5 \pm 4,5$ mm; lo que pone de manifiesto que en la medida en que son superiores los pesos corporales, se hacen proporcionales los indicadores morfológicos (**GRÁFICO 1**). El valor de la PPVId en estos luchadores fue superior a lo encontrado en ciclistas (8,4 mm) estudiados por Venckunas (14).

El grosor del septum interventricular en deportistas de un gran componente anaerobio reporta un promedio entre 9-10 mm (15,18). Otros autores reportan de 10 a 12 mm en jugadores de baloncesto, nadadores, remeros, ciclistas (14). Con menos frecuencia, en triatletas se encuentran valores que superan los 12 mm (19,20).

Los promedios grupales de los diámetros del ventrículo izquierdo en tele-diástole (DVId) fueron de $52,5 \pm 4,5$ mm. En los diámetros de la aurícula izquierda ($n=19$; $33,0 \pm 4,4$ mm) y de la raíz de la aorta ($n=19$; $34,9 \pm 4,9$ mm), se hace evidente la significación en los luchadores de mayor corpulencia (**GRÁFICO 1**) (**FIGURA 1**). Las diferencias significativas o no, en las magnitudes de estos indicadores morfológicos desaparecen cuando sus valores se hacen relativos a la superficie corporal; a causa de la necesidad de disponer de un mayor suministro de oxígeno y nutrientes para los mayores volúmenes de músculos y órganos, condicionadas por la mayor corpulencia.

Los índices por medio de los cuales se establecen las relaciones entre diferentes grosores parietales alcanzan en la muestra valores de hipertrofia septal asimétrica ($n=19$; $1,20 \pm 0,96$); el de hipertrofia concéntrica del VI ($n=19$; $0,34 \pm 0,25$) e índice h/r ($n=19$; $0,49 \pm 0,07$); este último, utilizado para establecer la relación entre los valores parietales y el diámetro del ventrículo izquierdo en diástole. En ninguno de los casos se alcanzaron diferencias significativas, lo que hace sospechar que estos Índices de la morfología ventricular izquierda no están mediados por las diferencias antropométricas de los estos deportistas (**GRÁFICO 2**). La hipertrofia asimétrica, puede aparecer en sujetos que realizan actividades de resistencia a la fatiga, aumentando según se intensifica el entrenamiento. En el presente estudio, aunque existen casos aislados de valores relativamente altos, de ambos índices, no se apreciaron cifras sugerentes de anomalías estructurales del VI. Tampoco se cuenta con referencias de estos dos índices en luchadores de alta calificación para la evaluación de los resultados obtenidos. Los índices por medio de los que se comparan los grosores parietales entre sí y con su diámetro interno, no muestran diferencias significativas entre grupos de peso y solamente en el caso del índice h/r se precisa una discreta tendencia a ser superior cuando son mayores los pesos corporales.

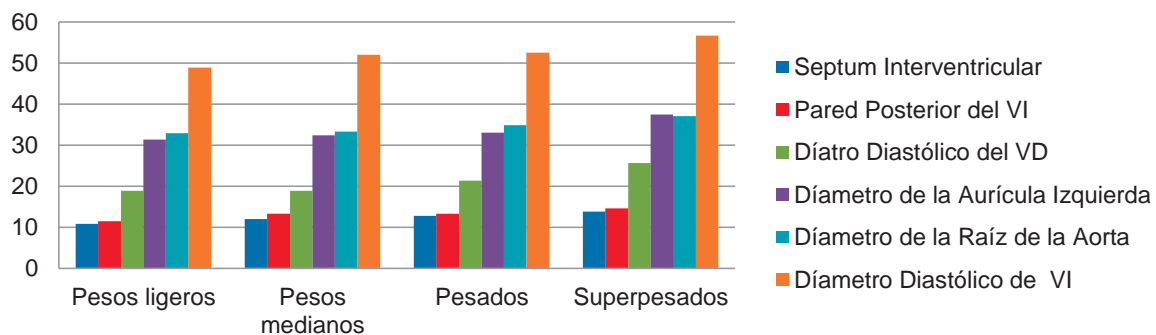
Es interesante señalar que estas variables no son muy estudiadas en deportistas y que el grosor relativo reflejado en algunos reportes, pues solo se ha tomado en cuenta el grosor de PPVId, lo que justifica las diferencias observadas.

TABLA 1. Principales características antropométricas de luchadores de primer nivel. Instituto de Medicina Deportiva, La Habana; 2020

Variables	Ligeros (n = 5)	Medianos (n = 5)	Pesados (n = 4)	Super pesados (n = 5)	Sig.
Edad(años)	26,0 ± 4,2	25,0 ± 2,8	23,8 ± 4,9	23,8 ± 4,9	n.s
Edad deportiva	17,0 ± 2,6	16,6 ± 2,9	15,0 ± 5,2	14,0 ± 4,5	n.s
Peso (Kg)	60,4 ± 1,1	70,2 ± 4,4	86,6 ± 5,8	114,2 ± 13,0	0,001
Estatura (cm)	165,8 ± 1,5	168,8 ± 4,7	181,2 ± 4,8	187,6 ± 4,4	0,002
Superficie Corporal (m ²)	1,59 ± 0,02	1,72 ± 0,05	1,97 ± 0,09	2,28 ± 0,14	0,001

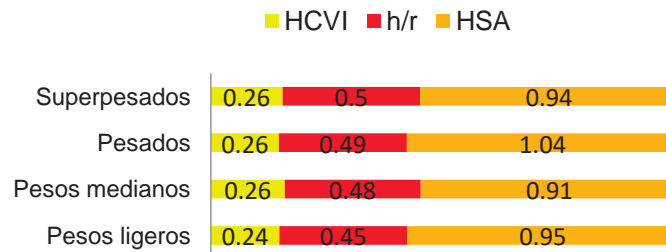
Fuente: Laboratorio de Cineantropometría, IMD

GRAFICO 1. Indicadores cardíacos estructurales por ecográficos según categorías de pesos en luchadores de primer nivel. IMD,2020



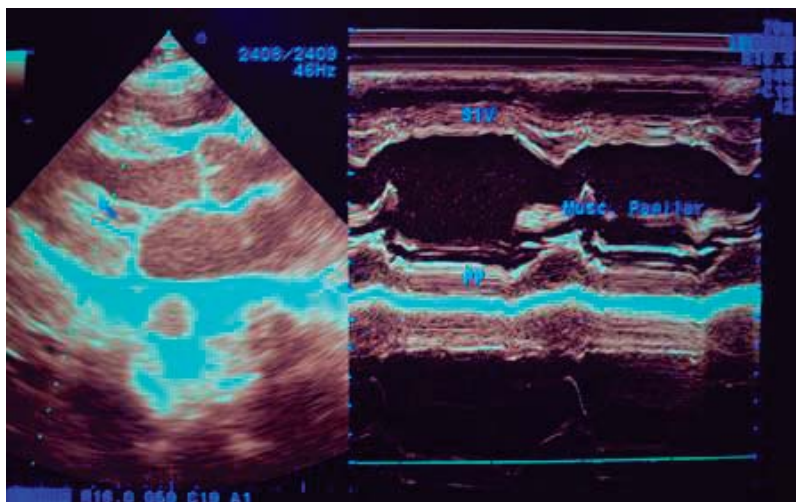
Fuente: elaborado a partir de datos primarios por el Dr. Pérez Castillo

GRAFICO 2. Indicadores cardíacos de remodelado en luchadores de primer nivel. IMD,2020



Fuente: elaborado a partir de datos primarios por el Dr. Pérez Castillo

FIGURA 1. Ecocardiograma de luchador categoría ligera



Nota: Se observa ecocardiograma de luchador categoría ligera, de 19 años con aumento del diámetro de la pared posterior del VI.

Fuente: Imagen del Dr. Pérez Castillo

Los indicadores funcionales como la frecuencia cardíaca de reposo promedio fueron de $61,0 \pm 7,3$ lat/min. Se plantea que la bradicardia del deportista se debe a un aumento del tono vagal y disminución de la influencia simpática sobre el corazón. La bradicardia de reposo y las frecuencias cardíacas más bajas ante esfuerzos submáximos son más asiduas en los deportes que involucran amplias masas musculares y tienen predominio metabólico aeróbico (2). En la experiencia de los autores del presente estudio en la atención médica, se describe que deportistas bien entrenados tienen un corazón muy eficiente aún con bradicardias extremas (**GRÁFICO 3**).

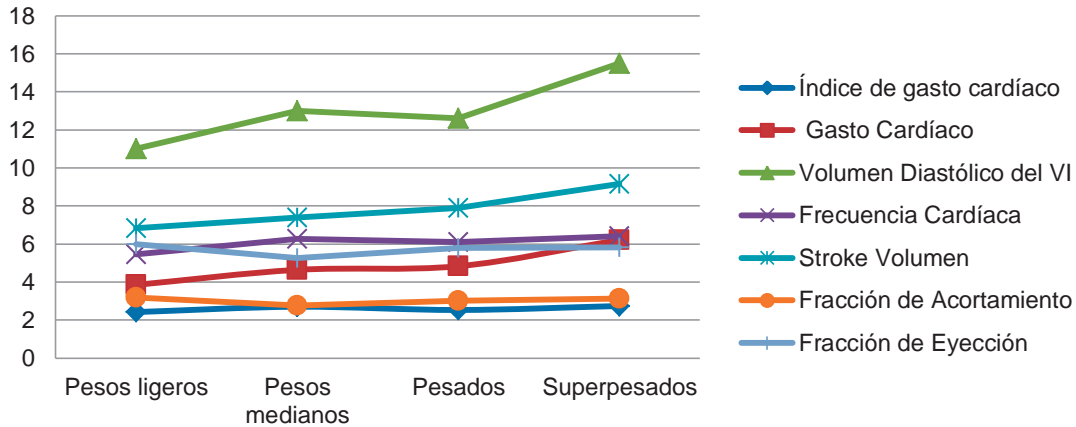
El volumen latido o Stroke Volumen (SV) alcanzó valores de $79,0 \pm 12,2$ mL con diferencias altamente significativas entre grupos de pesos corporales; este pudiera ser un factor determinante de los sobresalientes resultados observados en algunos indicadores funcionales. Durante

la búsqueda de referentes teóricos, existe el planteamiento de que el SV es un índice de desarrollo aerobio. Al ser el presente estudio desempañado en luchadores (agrupación pedagógica de combate) donde la solicitud de reservas energéticas es mixta, confieren a la capacidad aerobia un papel importante. En una investigación realizada en el Boxeo Cubano se encontraron resultados que dan fe del elevado desarrollo aerobio alcanzado por estos deportistas (15).

El gasto sistólico (GS) reveló una media grupal de $(n=4,83 \pm 1,06$ L), al demostrar que los volúmenes de sangre eyectados por el VI es significativamente mayor en los más pesados. Sin embargo, el Índice de Gasto Sistólico (IGS), tuvo como promedio $2,53 \pm 0,37$ L/m² con mediciones relativamente uniformes en los cuatro grupos de peso.

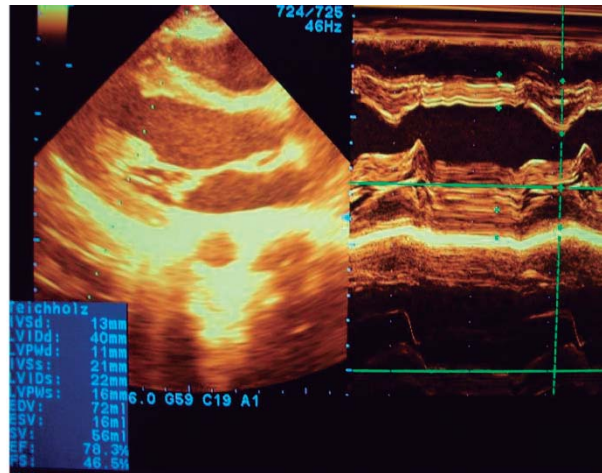
Otros estudios realizados a luchadores y pesistas, reflejan valores intermedios a los encontrados en este estudio de luchadores cubanos (20).

GRÁFICO 3. Indicadores cardíacos funcionales en luchadores de primer nivel. IMD;2020



Fuente: elaborado a partir de datos primarios por el Dr. Pérez Castillo

FIGURA 2. Ecocardiograma de luchador categoría ligera



Nota: Se observa ecocardiograma de luchador categoría ligera, de 27 años con FE en 78,3% lo que muestra la mayor capacidad de respuesta cardiovascular en los pesos menores.

Fuente: Imagen del Dr. Pérez Castillo

Se considera que el IGC aumenta esencialmente a causa del aumento de la frecuencia cardíaca y de la reducción del volumen tele-sistólico.

La fracción de eyección (FeVI) de los deportistas alcanzó los 57,8±8,3 % aunque existió una marcada superioridad en los luchadores de peso ligeros (FIGURA 2).

Las fracción de acortamiento (FaC), mostró valores de 30,3 ± 5,7 % con un comportamiento similar, aunque menos pronunciado que la FeVI. El volumen diastólico (VVID) fue de 131 ± 28,6 mL y su valor relativo a la SC es de 69,3 ml ± 12,6 ml, pero estas variables no presentan diferencias intergrupales en la muestra objeto de estudio. (GRÁFICO 3).

De Luca (18) en estudio a deportistas de diferentes disciplinas recoge el dato de la FeVI con valores promedios de $63,8 \pm 2,5$ % y $65,6 \pm 4,6$ % sin reflejar etapa de entrenamiento en la que se encontraban los deportistas. Leischik (19) registró promedios de $51,9 \pm 3\%$; valores aún superiores ($n=35$; $73,60 \pm 6,62\%$) de FeVI presenta Rubén et al (21) en deportistas del rugby.

Se reconoce que la FeVI traduce la función de bombeo y según la especialista en cardiología del deporte Araceli Boraita los parámetros que habitualmente definen la contractilidad ventricular izquierda son la fracción de eyección (FeVI), el acortamiento fraccional (AF) y la velocidad de acortamiento circunferencial ventricular izquierda (mVAC) (22). Lo cierto es que los valores de la FeVI son muy superiores a los de la población no deportiva lo que indica que la función de bombeo en los atletas estudiados es buena como respuesta a la actividad física del músculo cardíaco (23).

Las asociaciones entre los indicadores ecocardiográficos y antropométricos en

el presente estudio demostró que el peso es la variable antropométrica con más estrecha relación cuanti-cualitativa con los resultados del ecocardiograma. De igual modo, se observa que las correlaciones más altas se establecen con el Septum interventricular en diástole ($p=0,001$), el ventrículo derecho ($p=0,000$), volumen de eyección (SV) y gasto cardíaco ($p=0,000$).

CONCLUSIONES

Los luchadores tienen un corazón estructural y funcionalmente sano con un adecuado balance aeróbico-anaeróbico de su remodelación. La información que aporta el estudio realizado, puede ser utilizada de forma provisional para evaluar los ecocardiogramas de estos deportistas. Los resultados y las diferencias revelan que no son suficientes los estudios ecocardiográficos realizados hasta el momento y es necesario intensificar la validación de indicadores ajustado a la etapa de la preparación y las características antropométricas.

REFERENCIAS

1. Picco JM, Wolff S, Gonzalez Dávila E, Wolff D. Fatiga cardíaca en corredores de ultra trail, observada por parámetros de nuevas técnicas ecocardiográficas. Rev Argent Cardiol. 2019;(87): p. 456-61. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i6.16435>
2. Aagaard P, Sharma S, McNamara D, Joshi P, Ayers C, Lemos J. Arrhythmias and Adaptations of the Cardiac Conduction System in Former National Football League Players. J Am Heart Assoc. 2019;(8): p. e010401. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.010401>
3. Grazioli G, Sanz M, Montserrat S, Vidal B, Sitges M. Echocardiography in the evaluation of athletes. F1000Research. 2015; 4: p. 151. <https://doi.org/10.12688/f1000research.6595.1>
4. Peidro RM. El corazón del deportista. Hallazgos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos. Rev Argent Cardiol. 2003; 71.

5. Mouratian M, Haag D. Evaluación cardiológica pre deportiva en niños y adolescentes. Disponible en: <http://www.medicinainfantil.org.ar>
6. Pérez Castillo R. Diagnóstico cardiovasculares en la dirección y asimilación de las cargas de entrenamiento físico. In Aparicio JCA, editor. Contextualización investigativa en la Educación, Cultura Física y el Deporte V. New York – Cali: REDIPE; 2020.
7. Géoffroy Agbélélé C, Prohías Martínez JA, Castro Arca ÁM, Mérida Álvarez O, García Hernández RA. Adaptaciones morfofuncionales evaluadas por ecocardiograma en deportistas masculinos de élite en triatlón. *CorSalud*. 2014 Abr-Jun; 6(2): p. 167-73. Disponible en: <http://medicentro.sld.cu/index.php/corsalud/article/viewFile/1904/1501>
8. Landry C, Allan K, Connelly K, Cunningham K, Morrison L, Dorian P. Sudden cardiac arrest during participation in competitive sports. *N Engl J Med*. 2017; 377(20): p. 1943-53. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1615710>
9. Wasfy M, Hutter A, Weiner R. Sudden Cardiac Death in Athletes. *Methodist Debakey Cardiovasc J*. 2016; 12(2): p. 76-80. <https://doi.org/10.14797/mdcj-12-2-76>
10. Candelario Vega, R. Infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST anterior extenso en joven deportista de alto rendimiento sin factores de riesgo coronario. *CorSalud*. 2019; 11(4): p. 348-52. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/viewFile/565/1045#page=84>
11. Berovides Padilla O, López Galarraga A. Cambios funcionales y morfológicos en el corazón de corredores de fondo y levantamiento de pesas. [Internet]; 2014]. Disponible en: <http://www.imd.inder.cu/adjuntos/articulo/159/Cambiosfuncionalesymorfol%C3%B3gicosenelcoraz%C3%B3n.pdf>
12. Rabassa López-Calleja A. “Modificaciones de las variables ecocardiográficas durante el período preparatorio en deportistas escolares de triatlón”. Tesis Doctoral. Villa Clara: Facultad de Cultura Física “Manuel Fajardo”, Departamento de Ciencias Médicas de la Actividad Física; 2008.
13. Oberti PF. ¿Hipertrofia patológica o fisiológica? Contribución de la evaluación de aspectos estructurales y funcionales miocárdicos por medio de la caracterización y el Doppler tisular. *Revista Argentina de Cardiología*. 2005; 73(2): p. 83- 85. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3053/305323887001.pdf>
14. Pelliccia A, Maron B, Di Paolo F, Biffi A, Quattrini F, Pisicchio C. et al. Prevalence and Clinical Significance of Left Atrial Remodeling in Competitive Athletes. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 46(4): p. 690-96. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.04.052>
15. Pelliccia A, Adami P, Quattrini S, MR, Caselli S, Verdile L, et al. Are Olympic athletes free from cardiovascular diseases? Systematic investigation in 2352 participants from Athens 2004 to Sochi 2014. *Br J Sports Med*. 2017; (51): p. 238–43. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096961>
16. Honigberg M, Givertz M. Peripartum cardiomyopathy. *BJM*. 2019;(364): p. k5287. <https://doi.org/10.1136/bmj.k5287>
17. Ramírez Sanabria, Vargas Wille F. Cardiomiopatía periparto. *Rev Méd Sinergia*. 2020; 5(3): p. e343. <https://doi.org/10.31434/rms.v5i3.343>
18. Venckunas T, Lionikas A, Marcinkeviciene J, Raugaliene R, Alekrinskis A, Stasiulis A. Echocardiographic parameters in athletes of different sports. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2008; 7: p. 151-56. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3763341/>

19. Almenares Pujadas E, Silva Medina J. Características ecocardiográficas de los boxeadores cubanos de alta calificación. *Rev. Cub. Med. Dep & Cul. Fis.* 2013; 8(2).
20. Scharhag J, Schneider G, Urhausen A, Rochette V, Kramann B, Kindermann W. Right and Left Ventricular Mass and Function in Male Endurance Athletes and Untrained Individuals Determined by Magnetic Resonance Imaging. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 40(10): p. 1856–63. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(02\)02478-6](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(02)02478-6)
21. Legaz A, Serrano E, Lafuente D. Longitudinal study of echocardiographic variables and output in long and middle distance elite athletes. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*, Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista2/arteco.htm>
22. De Luca A, Stefani L, Pedrizzetti G, Pedri S, Galanti G. The effect of exercise training on left ventricular function in young elite athletes. *Cardiovascular Ultrasound.* 2011; 9(27): p. <https://doi.org/10.1186/1476-7120-9-27>
23. Leischik R, Spelsberg R. Endurance Sport and “Cardiac Injury”: A Prospective Study of Recreational Ironman Athletes. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2014;(11): p. 9082-00. <https://doi.org/10.3390/ijerph110909082>
24. Erol M, Ugur M, Yimagz M, Acikel M, Sevimli S, AN. Left atrial mechanical functions in elite male athletes. *Am J Cardiol.* 2001; 88: p. 915-17. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(01\)01908-7](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(01)01908-7)
25. Rubén H, Álvarez F, Mollón P, Mónaco Re, Villa D. Estudio de la función ventricular izquierda con eco-Doppler cardíaco y Doppler tisular en deportistas y sedentarios: correlación con la capacidad aeróbica máxima. *Revista Argentina de Cardiología.* 2005; 73(2): Aprox 7. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3053/305323887009.pdf>
26. Boraita Pérez A. Fatiga cardiaca. ¿qué aportan las nuevas técnicas de eco-doppler? In. p. Aprox 8. Disponible en: [http://jaca2007.coe.es/web/EVENTOSHOME.nsf/b8c1dabf8b650783c1256d560051ba4f/c06a6489f158f3c8c1257229003f6e4b/\\$FILE/Araceli%20Boraita_Fatiga%20cardiaca%20Q%20aportan%20nuevas%20t%C3%A9cnicas%20de%20eco%20doppler.pdf](http://jaca2007.coe.es/web/EVENTOSHOME.nsf/b8c1dabf8b650783c1256d560051ba4f/c06a6489f158f3c8c1257229003f6e4b/$FILE/Araceli%20Boraita_Fatiga%20cardiaca%20Q%20aportan%20nuevas%20t%C3%A9cnicas%20de%20eco%20doppler.pdf)
27. Bastidas Tirado R, Pinto Concha J. Comparación del índice de performance miocárdico por doppler pulsado de flujo y doppler pulsado tisular. *Revista Peruana de Cardiología.* 2007; XXXIII (1): p. 4-11. Disponible en http://200.62.146.19/BVRevistas/cardiologia/v33_n1/pdf/a02.pdf