

Artículo original

**CARACTERÍSTICAS ECOCARDIOGRÁFICAS DE LOS BOXEADORES
CUBANOS DE ALTA CALIFICACIÓN**

**ECHOCARDIOGRAPHICS CHARACTERISTICS OF HIGH QUALIFICATION
CUBAN BOXERS**

María Evelina Almenares Pujadas *, **Josefa Silva Fernández ****,
Mayra de la Caridad Medina Sánchez***, **Orlando Berovides Padilla ******

* Master en Control Médico del Entrenamiento Deportivo, Especialista en Medicina del Deporte. Profesora Auxiliar e Investigadora Auxiliar. Instituto de Medicina del Deporte, La Habana.

** Master en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Especialista en Medicina del Deporte. Profesora Asistente. Instituto de Medicina del Deporte, La Habana.

*** Especialista en Imagenología. Instituto de Medicina del Deporte, La Habana.

**** Master en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Especialista en Medicina Cardiología. Profesor Auxiliar. Instituto de Medicina del Deporte, La Habana.

Institución: Instituto de Medicina del Deporte. La Habana, Cuba

E-mail: eap@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción. El entrenamiento atlético intenso a largo plazo, produce cambios estructurales y funcionales, considerados fisiológicos, pero es necesario diferenciarlos de las posibles consecuencias directas o indirectas de una patología. El propósito de este estudio fue evaluar el patrón de remodelación cardiaca en una selección de boxeadores altamente entrenados.

Material y métodos. Se estudiaron las adaptaciones morfológicas y funcionales del corazón en una investigación descriptiva con las primeras figuras de la preselección masculina Cubana de boxeo (17 sujetos). Ninguno de esos atletas tenía evidencias familiares, clínicas o ecocardiográficas de cardiopatía. Las edades cronológica y deportiva fueron: $23,4 \pm 2,9$ años y $11,9 \pm 4,1$ años. Se utilizó la ecocardiografía mono y bidimensional.

Resultados. Las mediciones del ecocardiograma en modo M y B, mostraron: volumen telediastólico del ventrículo izquierdo $118 \pm 19,6$ ml y gasto cardiaco: $5,77 \pm 0,94$ l/min. grosor de la pared posterior del ventrículo izquierdo: $13,1 \pm 1,4$ mm (10-15 mm); del septum interventricular: $13,1 \pm 1,6$ (10-15 mm); diámetro transverso de la aurícula izquierda: $33,6 \pm 3,1$ mm y diámetro telediastólico del ventrículo derecho: $20,1 \pm 3,9$ mm.

Conclusiones. Todos los sujetos mostraron buen estado de salud y condiciones físicas adecuadas para el desempeño deportivo requerido. La remodelación cardiaca presentó, características específicas y diferencias entre categorías de peso. Los resultados de este estudio permitirán evaluar los ecocardiogramas de los boxeadores de alto nivel, prevenir problemas cardiovasculares, así como orientar y reorientar correctamente el entrenamiento.

Palabras clave: Corazón de atleta, ecocardiografía, morfología cardiaca, remodelación cardiaca, boxeadores.

ABSTRACT

Introduction. Intensive long term athletic training produces cardiac structural and functional changes, generally considered of physiological adaptation, but it is necessary to difference them of pathological direct or indirect consequences. The aim of this study was to assess the pattern of remodeling in a selection of highly trained male boxers.

Material and methods. It was studied morphological and functional heart adaptations **in a** descriptive assessment, with first figures of Cuban male boxing pre selection (17 subjects), using mono and two dimensional echocardiography. Chronologic and sportive ages were: $23,4 \pm 2,9$ years and $11,9 \pm 4,1$ respectively.

Results. M and B echocardiographic mode measurements showed: end-diastolic volume: $118 \pm 19,6$ ml and cardiac output: $5,77 \pm 0,94$ l/min. Left ventricle posterior wall thicknesses: $13,1 \pm 1,4$ mm (10-15 mm) and septum: $13,1 \pm 1,6$ (10-15 mm). Atrial diameter: $33,6 \pm 3,1$ mm and right ventricle: $20,1 \pm 3,9$ mm.

None of these athletes had symptoms, familial history neither clinical, electrocardiographic or echocardiographic signs of cardiopathy.

Conclusions. All the subjects had a good health and adequate physical conditioning for their required performance. Cardiac remodeling presented specific characteristics and differences between weight categories. These results will permit to evaluate the echocardiograms of high level boxers, avoid cardiovascular problems and so that realizer their correct training orientation and reorientation.

Key words: Athletic heart, echocardiography, cardiac morphology, cardiac remodeling, boxers.

INTRODUCCIÓN

Las modificaciones hemodinámicas producidas por el entrenamiento de Alto Rendimiento ocasionan cambios adaptativos en el aparato cardiovascular, generalmente consideradas respuestas compensadoras a diferentes estímulos, que se mantienen mientras perdura este intenso régimen de ejercicios.⁽¹⁾⁽²⁾ Como cualquier otro sujeto, este deportista, no está exento de padecer una cardiopatía congénita o adquirida, capaz de ocasionar trastornos diferentes e incluso la muerte de causa cardiovascular. Por tal motivo, es necesario establecer las diferencias entre las modificaciones fisiológicas, inducidas por el ejercicio y los cambios de causas morbosas.

Con el uso cada día más frecuente de la ecocardiografía en el campo de la medicina del deporte, nuevos valores han ido desplazando los límites de los parámetros establecidos como normales hace unos años.⁽³⁾ Esto ha dado lugar a la necesidad de diferenciar la remodelación patológica de la fisiológica y con ello, de establecer los estándares y los límites de las variables de mayor utilidad para la evaluación cardiovascular de los deportistas.

Además de contribuir a la prevención de accidentes y la muerte súbita, el gradual conocimiento de las diferencias entre el impacto de uno y otro tipo de deporte y las características del entrenamiento, ha ido revelando otras facetas del corazón del deportista. Con ello, este tipo de estudio se ha ido reconociendo como un medio de utilidad para el control de la preparación de los deportistas, pero no se cuenta aún con una definición de las características específicas para cada deporte y etapa de la preparación.

Con esta investigación se pretende identificar algunas particularidades morfológicas y funcionales de los boxeadores adultos que se preparan para participar en competencias de alto nivel internacional, en un momento de grandes exigencias al organismo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realiza un estudio descriptivo de las 17 primeras figuras de la preselección cubana de boxeo en su cuarta semana de preparación especial para los juegos centroamericanos, en momentos en que entrenan por 24 horas semanales o más y participan en competiciones preparatorias a escala nacional e internacional.

Se comprueba por examen médico y estudios complementarios que ninguno de los deportistas tenía hipertensión arterial, signos o síntomas de enfermedad cardiovascular ni utilizaba fármacos que pudieran afectar las características morfofuncionales de este sistema. Después de conocer las características y efectos del protocolo experimental, los deportistas y entrenadores principales dieron su consentimiento y participaron de forma voluntaria en el estudio.

Se utilizó un equipo de ultrasonido de alta resolución S A- 6000c escaneador, desarrollado por la tecnología digital Medison, que utiliza frecuencias desde 3.0 - 7.5 MHz. Se trabajó en el modo bidimensional (tiempo real) y en el modo M, y se realizaron vistas ecocardiográficas en el eje largo, en las ventanas acústicas: Apexiana, supraesternal, subxifoidea y paraesternal izquierda en cuyo eje largo se hicieron las mediciones en modo M. Se tuvo en cuenta observar la imagen completa de la silueta cardíaca para tener una impresión general y se chequeó cada parte por separado, las que fueron medidas y calculadas.

Se midieron los grosores del septum interventricular (SVId) y la pared posterior del ventrículo izquierdo en diástole (PPVId) así como los diámetros: del ventrículo izquierdo (DVId); la raíz de la Aorta (Ao); la aurícula izquierda (AI) y el Ventrículo derecho (VD). Se determinaron los indicadores funcionales: fracción de acortamiento (FA); fracción de eyección (FE); volumen de eyección y volumen telediastólico del ventrículo izquierdo (VVId). Los datos correspondientes para cada parámetro fueron obtenidos a partir del promedio de tres ciclos cardíacos consecutivos. Las mismas fueron realizadas por una especialista en imagenología especializada en este tipo de mediciones a deportistas.

Se calcularon los índices: grosor relativo de las paredes (h/r); Hipertrofia septal asimétrica del ventrículo izquierdo (IHAVI); hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo (IHCVI) y los que relacionan las dimensiones fundamentales con la superficie corporal. Los patrones de normalidad utilizados para evaluar los resultados fueron los del departamento de Cardiología del Instituto de Medicina del Deporte.⁽⁴⁾

Para el procesamiento y análisis estadístico, los deportistas se agruparon en tres categorías, según los pesos corporales del momento en que se hicieron las evaluaciones ecocardiográficas, en: ligeros, hasta 62,9 Kg; medianos, 63-82,9 Kg y pesados: 83 Kg o más. Los datos fueron presentados a través del promedio y su desviación típica. La significación estadística de las diferencias se identificó por medio del análisis de varianza complementado con el Tukey post hoc para identificar los grupos en los que estas se encontraban. La relación entre variables fue estudiada a través del coeficiente de correlación de Spearman y se aceptó como significativo un $\alpha \leq 0.05$. Para los cálculos se utilizó un paquete estadístico SPSS–W 20.

RESULTADOS

La estatura promedio del grupo es de $175.1 \pm 10,0$ metros, el peso promedio $71.9 \pm 17,3$ Kg y la superficie corporal $1.77 \pm 0,25$ m². Los valores de la frecuencia cardiaca de reposo (FCR), se encuentran en todos los casos en 80 lat/min o menos. (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores funcionales.

VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica.
FCR (lat/min)	52	80	64,1	9,1
GS(ml/lat)	79	98	89,8	5,1
IGS (ml/lat/m ²)	46	75	61	8,2
FE (%)	46	77	58	9,2
FA (%)	24	45	32	6,3
VVId (ml)	83	147	108	19,6
IVVId (ml/m ²)	46,2	75,4	61,0	8,2
GC (l/min)	4,42	7,84	5,77	0,94
IGC (l/min/m ²)	2,32	4,26	3,28	0,49

El gasto sistólico (GS) de estos deportistas supera los 80 ml y presenta un comportamiento homogéneo en el grupo (CV= 5,7%). El índice de gasto sistólico con relación a la SC (IGS), refleja similar característica. La fracción de eyección (FE), es superior a la observada en la población cubana no deportiva. Los valores de la fracción de acortamiento (FA), En estos deportistas se encuentran alrededor del límite inferior planteado.

El volumen telediastólico del ventrículo izquierdo (VVId) se encuentra dentro de los límites de normalidad establecidos (115 ± 60 ml) y los valores del gasto cardiaco (GC) de estos deportistas, tanto absolutos como relativos, se encuentran dentro de los rangos de referencias establecidos.

En la tabla 2 se muestra el valor del septum interventricular en diástole (SIVd), donde se destaca la presencia de 10 boxeadores (59 %) con valores entre 13 y 15 mm. Estos sujetos superan en el peso ($p \leq 0,010$), la estatura ($p \leq 0,016$) y superficie corporal (SC) ($p \leq 0,011$) a los que tienen $SIVd \leq 13$ mm. El índice de hipertrofia septal asimétrica (IHSA) de los boxeadores, en los que se

encuentran los valores septales mayores, tiene un valor de $1,08 \pm 0,13$ y ni siquiera en casos aislados se supera el valor de 1,5.

Tabla 2. Indicadores morfológicos.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
SIVd (mm)	10	15	13,1	1,6
Indice HSA	0,71	1,25	1,01	0,15
PPVId (mm)	10	15	13,1	1,4
Indice HCVI	0,22	0,38	0,28	0,04
DVId (mm)	40	55	47,2	4,3
Indice h/r	0,33	0,56	0,48	0,07
AI (mm)	28	40	33,6	3,2
VD (mm)	14	27	20,1	3,9
Ao (mm)	30	40	33,6	3,0

Los altos valores de la pared posterior del ventrículo izquierdo (PPVId) observados en la muestra, se deben a la presencia en el grupo de 11 boxeadores (65 % del total), que tienen grosores de 13-15 mm. Estos boxeadores presentan pesos estaturas y superficies corporales significativamente superiores a los de menores grosores parietales. Además, su índice de hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo (IHCVI) se encuentra dentro del rango de 0,30-0,45, aceptado como normal para estos sujetos.

La totalidad del grupo presenta diámetros telediastólicos del ventrículo izquierdo (DVId) dentro en un rango que tiene como límite superior los 55 mm. Los valores individuales del diámetro transversal de la aurícula izquierda (AI) y su rango se mantienen dentro de las referencias de normalidad, al igual que el diámetro del ventrículo derecho (VD) y el de la raíz de la aorta (Ao).

Las variables ecocardiográficas no guardan relación con la edad cronológica ni con el tiempo de práctica deportiva, pero algunas de ellas si mantienen una relación directa y significativa con el peso, la estatura y la superficie corporal (Tabla 3). Como era lógico suponer, estos tres parámetros antropométricos presentan diferencias altamente significativas entre categorías de peso ($p \leq 0,001$), fenómeno que está condicionado por la estrecha relación existente.

Tabla 3. Correlaciones entre variables

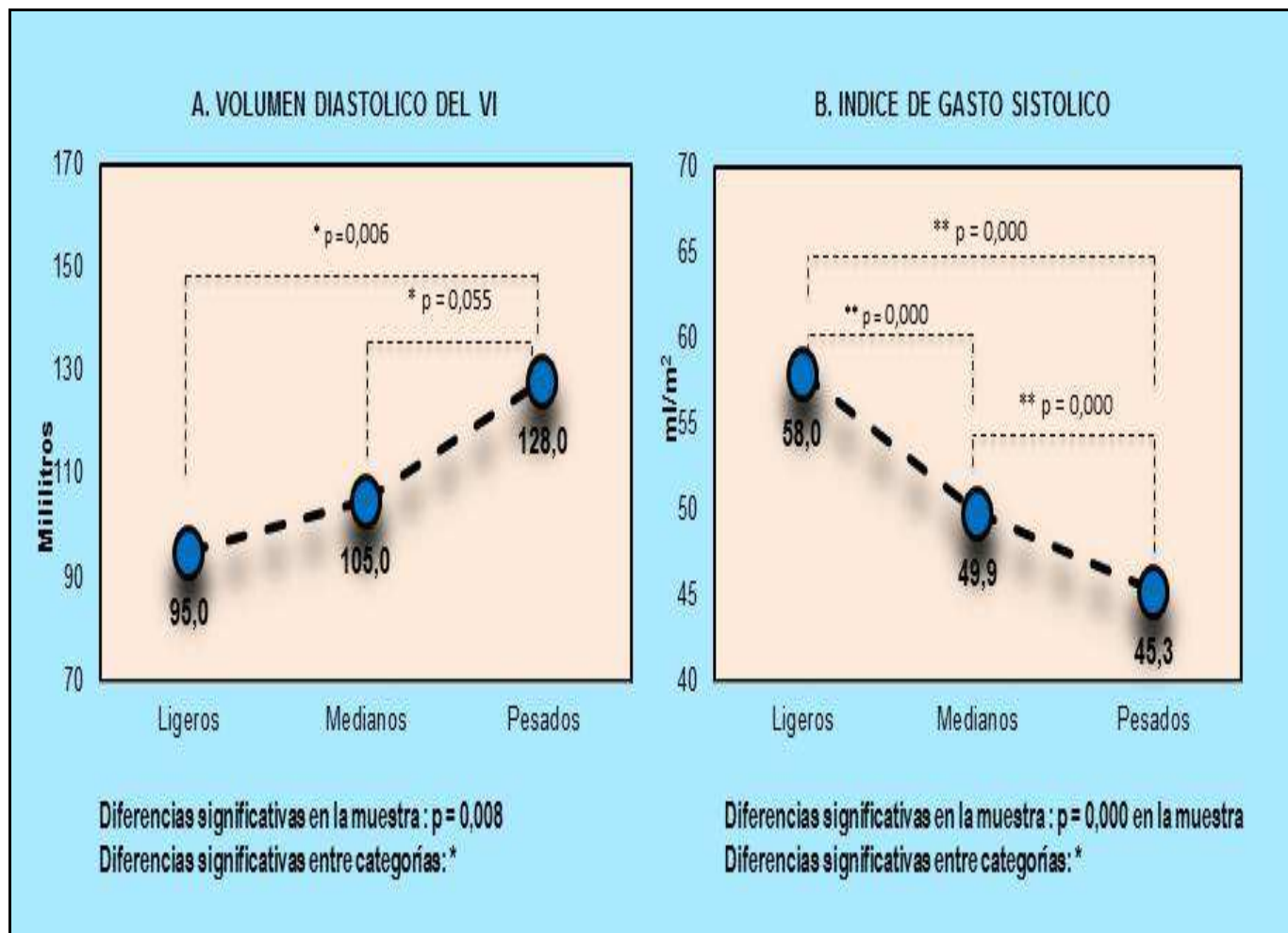
Variables	Estatura	Peso	SC
DVId	,700**	,667**	,702**
h/r	-,483*	-,655**	-,605*
AI	,647**	,589*	,625**
VD	,584*	,533*	,561*
Ao	,523*		
GS		,491*	,487*
VVId	,574*	,577*	,600*
GC		,513*	,480

** Correlación significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*. Correlación significante al nivel 0,05 (bilateral).

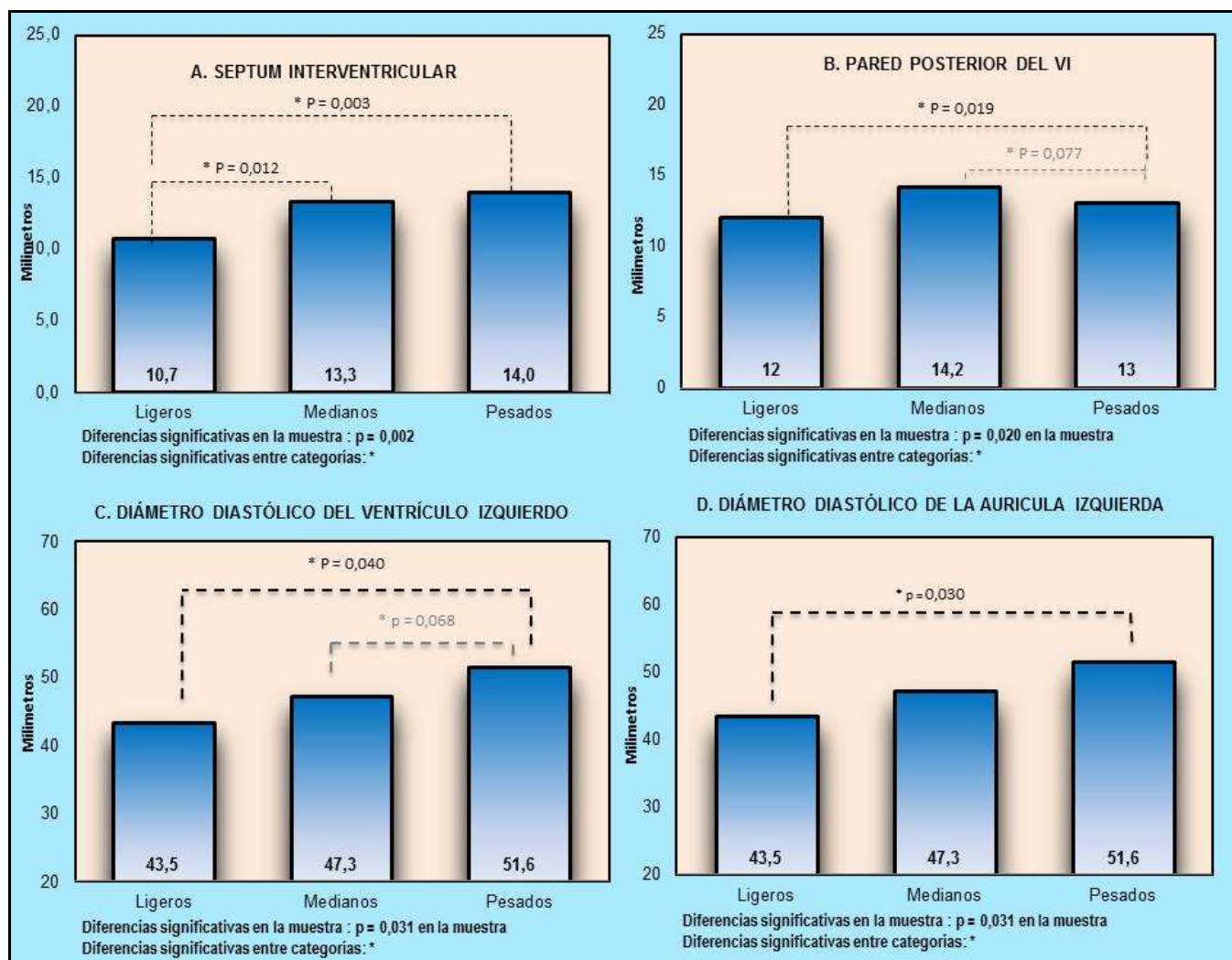
En los gráficos 1 y 2 se presenta lo que sucede con los indicadores los indicadores del ecocardiograma que se asocian con el desarrollo físico de los sujetos. En el caso de los parámetros funcionales, en el ejemplo A, los valores absolutos del VVId, resultan significativamente superiores en los sujetos de mayor peso corporal. Pero el sentido de esta tendencia se invierte cuando se toman los valores relativos a la superficie corporal en el que los niveles más bajos son los de los boxeadores de mayor peso corporal.

Gráfico 1. Diferencias entre los valores promedio de los tres pares de categorías de peso en que se agrupan los boxeadores para el estudio y los indicadores funcionales. Diferencias entre categorías. A: VVI d y B: IGS.



En el ejemplo B del propio gráfico se presentan los índices del GS, cuyos valores absolutos fueron de $87,5 \pm 6,2$; ml en ligeros; $89,0 \pm 3,9$ ml en los medianos y $93,6$ ml en los pesados. Al establecerse sus valores relativos, (IGS), resulta significativamente menor el aporte de sangre por latido cardiaco a la circulación periférica en la medida en que es mayor la superficie corporal. Esto significa que tienen una menor disponibilidad de oxígeno con relación a la unidad utilizada para definir la magnitud de su masa corporal.

Gráfico 2. Diferencias entre los valores promedio de los tres pares de categorías de peso en que se agrupan los boxeadores para el estudio y los indicadores morfológicos. A: Septum interventricular B: Pared posterior C: Diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo D: Diámetro telediastólico de la aurícula izquierda.



En el gráfico 2, se destacan algunas variables del ecocardiograma que permiten identificar las características morfológicas del corazón de estos deportistas y presentan diferencias significativas cuando se comparan los valores que estas presentan en cada una de las tres categorías en las que fueron agrupados los boxeadores en estudio. En el mismo, se pueden observar los niveles de significación de las diferencias entre cada par de categorías, (HSD de Tukey), que se observan para el SIVd, la PPVId, el DVId y el diámetro transverso de la AI.

DISCUSIÓN

Se conoce que el entrenamiento desarrolla perfiles morfofuncionales específicos del corazón y según estudios recientes, se pueden encontrar cambios que diferencian a los deportistas de resistencia de los de fuerza.⁽²⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾ Los exámenes médicos realizados caracterizan a estos boxeadores como hombres sanos de alta calificación deportiva, que han alcanzado sus máximas potencialidades aerobias para ese macrociclo y realizan en ese momento su preparación especial. Debido a su estatus, es necesario que las características del corazón sean bien identificadas cualitativa y cuantitativamente para evitar errores en el diagnóstico, atención médica y preparación deportiva de los mismos.

En el boxeador de alta calificación se espera que el elevado contenido dinámico y estático, unido a la participación de la resistencia especializada del trabajo de preparación deben tener un fuerte impacto en la remodelación cardíaca en la que se involucre una mayor gama de cambios, específicos de ambos tipos de adaptaciones.⁽⁶⁾ Por ello, se podría esperar un aumento de las cavidades, de sus volúmenes y de la función sistólica, combinados con una hipertrofia concéntrica,⁽⁸⁾ y la disminución de la relajación diastólica del VI propias del efecto a largo plazo, de la abrupta respuesta que desencadena el trabajo realizado para el aumento de la fuerza y potencia.

La FCR de estos boxeadores se deberá encontrar dentro del rango de normalidad establecido por la fisiología clásica,⁽⁹⁾ y por los resultados de estudios realizados por diferentes investigadores para disciplinas deportivas de desempeño mixto.⁽²⁾⁽¹⁰⁾ De hecho, los valores de estos boxeadores coinciden con los reportados en grandes muestras en las que se incluyen varias disciplinas⁽¹⁾⁽⁸⁾⁽¹¹⁾ y específicamente de deportistas cubanos de combate, en el ámbito del alto rendimiento.⁽¹²⁾⁽¹³⁾

No se dispone de referencias para el gasto sistólico (GS) de los boxeadores, de alta calificación, pero los valores observados en esta muestra son superiores a los propuestos por los clásicos,⁽⁹⁾ similares al de 90 ± 15 ml, de los futbolistas estudiados por Baggish y col,⁽²⁾ superiores a 86 ± 21 ml de otro estudio realizado con muestras de diferentes deportes, entre los que se encontraban luchadores y boxeadores;⁽¹⁰⁾ de $93,6 \pm 11,6$ en judocas cubanos⁽¹²⁾ y $78,6 \pm 14,4$ en esgrimistas, ambos grupos de alto nivel internacional.⁽¹³⁾ En este contexto se ha considerado que las observaciones realizadas en esta investigación son compatibles con las de sujetos aeróbicamente bien preparados para el desempeño en una disciplina deportiva de combate en el ámbito del alto rendimiento.⁽⁴⁾

Su índice proporcional a la SC (IGS), es superior al de 50 ml/lat/m^2 , propuestos como referencia para este tipo de deportistas.⁽¹⁴⁾ Es muy superior al de los sujetos estudiados por Erol y colegas, también mayor a los encontrados en una muestra de remeros y futbolistas,⁽²⁾ y a los judocas olímpicos cubanos.⁽¹²⁾ Aunque sus valores absolutos son superiores en los boxeadores de mayor peso, lo que se ha explicado por el mayor consumo de oxígeno absoluto de estos deportista,⁽¹⁴⁾ este índice muestra una inferioridad significativa con relación a los más ligeros, lo que indica una menor disponibilidad del mismo en estos sujetos, para sostener un trabajo intenso, por un tiempo muy prolongado.

La FE, otro de los indicadores de la función sistólica, es superior a la observada en la población no deportiva cubana y se corresponde con el rango de 55 – 70 % establecido para los deportistas en este estudio.⁽⁴⁾ Existen criterios diferentes con relación a sus valores, reportados como superiores al 60 % por unos investigadores⁽²⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁰⁾⁽¹⁶⁾ y por otros no,⁽¹⁾ aún en deportistas de resistencia.⁽¹⁷⁾ La FE encontrada en estos boxeadores, se encuentra dentro de los límites propuestos y se ha interpretado como el resultado de una adecuada respuesta de adaptación de la función de bombeo ventricular del músculo cardiaco, requerida para el desempeño exitoso en este deporte.

Es escasa la información disponible acerca de a la remodelación cardiaca inducida por el deporte en la fracción de acortamiento endocárdico (FA), otro de los indicadores de la función sistólica ventricular. Se ha observado que en los deportistas de resistencia los valores son más altos. Así, se ha reportado un 40 ± 4 %, en maratonistas;⁽¹⁶⁾ y $39,1 \pm 3,9$ % en velocistas profesionales,⁽¹⁵⁾ con valores inferiores, de 36 ± 7 en una muestra mixta.⁽¹⁰⁾ Independientemente de la especialidad en la que entrenen, esta expresión del grado de contracción del músculo cardiaco supera los valores encontrados en la población no entrenada (rango del 34 y el 42 %).⁽⁴⁾

El volumen telediastólico del ventrículo izquierdo (VVI_d) se ha considerado un indicador indirecto de la capacidad aerobia por tener la posibilidad de incrementar hasta un 70 % con el entrenamiento de resistencia.⁽⁹⁾⁽¹⁴⁾ Sus valores normales se han situado en 110-120 ml.⁽⁹⁾ Los volúmenes de estos boxeadores de alta calificación, de forma general resultan inferiores a los de otros grupos de deportistas, tanto de desempeño predominantemente aerobio, como mixto, con los que se han comparado.⁽²⁾⁽¹⁷⁾ Son similares a los de deportistas de desempeño poco dinámico estudiados por Luijkx, aunque inferiores a los de los otros dos grupos de esa investigación.⁽⁶⁾

Los valores relativos a la SC también son inferiores a los de otros deportistas de referencia.⁽¹⁷⁾⁽²⁾ La alta relación de esta variable con los indicadores antropométricos incluidos en la investigación y las diferencias altamente significativas, observadas entre los representantes de las diferentes categorías, indican que tiene cierta dependencia con el desarrollo físico, lo que se explica por la necesidad de disponer de un mayor aporte sanguíneo a los tejidos. Ello podría explicar la superioridad encontrada al comparar los valores absolutos con de los maratonistas estudiados por Ghorayeb y colegas.⁽¹⁶⁾ Teniendo en cuenta las características integrales del grupo en estudio entre las que se destacan sus resultados competitivos, se ha considerado que estos niveles son suficientes para las necesidades de los competidores del boxeo de alta calificación.

Los valores absolutos del GS y el VVId, son superiores en los competidores de mayor peso, pero cuando se analizan con relación a la SC presentan diferencias significativas y un comportamiento diametralmente opuesto en los resultados. Al establecerse sus valores relativos a la SC, estos resultan, significativamente menores.

El valor del índice de GC de estos boxeadores, similar al de 2,5 a 4 l/min/m² planteado como clásica referencia en sentido general,⁽⁹⁾ y superior al de los judocas cubanos competidores de Sídney,⁽¹²⁾ se ha considerado por los autores de este estudio como el reflejo de un desarrollo cardiovascular funcional adecuado para deportistas olímpicos de combate.

Entre las características morfológicas del corazón de estos boxeadores se destacan los valores parietales. Los grosores del septum interventricular (SIVd) de 13-15 mm son aceptados como normales bajo ciertas circunstancias, por investigadores que han estudiado grandes poblaciones de deportistas,⁽³⁾⁽⁵⁾ No obstante, en los sujetos estudiados por Pellicia y colaboradores el máximo valor observado fue de 16 milímetros, sin que se pudiera plantear que ello se debía al padecimiento de procesos patológicos.⁽³⁾

En el caso de estos boxeadores cubanos, cuyo septum excede discretamente los límites propuestos⁽⁴⁾ y los reportados por otros autores,⁽⁷⁾ tienen índices de hipertrofia septal asimétrica (IHSA) que ni siquiera en casos aislados se acercan al valor de 1,5 y es por encima este nivel que se debe sospechar la posible existencia de una Miocardiopatía Hipertrófica.⁽⁴⁾ El examen médico y estudios complementarios realizados a estos deportistas, así como los restantes indicadores ecocardiográficos se encuentran dentro de límites normales. Por otro lado, la capacidad de trabajo y el desempeño deportivo, excelentes en su totalidad, permiten descartar la existencia de cardiopatía alguna.

Diferentes autores han propuesto como una “zona gris” el rango de 13-15 mm para la PPVId, mientras otros consideran que pueden ser normales hasta los deportistas que alcanzan los 16 mm.⁽⁸⁾ Pelliccia y col también encontraron un 1,7 % de su muestra con valores de 16 mm, compatibles con MCH.⁽³⁾ Los boxeadores incluidos en este estudio, además de carecer de antecedentes familiares de cardiopatía, tuvieron índices de HCVI dentro de límites normales, los resultados de sus exámenes médicos y análisis complementarios fueron totalmente normales y el desempeño deportivo también resultó excelente.

Los requerimientos hemodinámicos del entrenamiento aerobio influyen en el aumento del diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo (DVId), lo que es fundamental para generar un incremento sostenido del gasto cardiaco por periodos prolongados. Así, en la gran mayoría de los atletas se encuentran aumentos modestos de esta cavidad, aunque en algunos casos pueden ser acentuados.⁽¹⁸⁾

En los judocas incluidos en el estudio de White y colaboradores, los valores observados fueron de 48.8 ± 3.8 y en los de pentalón moderno $47,7 \pm 3,6$.⁽¹⁹⁾ En los judocas cubanos participantes en los Juegos de Sydney, este fue de $56,6 \pm 3,6$ mm.⁽¹²⁾ En este contexto, el DVId de $47,2 \pm 4,3$ mm de estos boxeadores, aunque refleja un desarrollo considerable, se encuentra entre los 37-56 mm, límites de la normalidad aceptados para este estudio.⁽⁴⁾

El índice de grosor relativo de la pared del ventrículo izquierdo (h/r), por lo general se debe mantener entre 0.32 y 0.40 en grandes muestras de deportistas de diferentes disciplinas.⁽¹⁾ Con frecuencia es significativamente superior en los sujetos que combinan el entrenamiento de resistencia con el de la fuerza en grandes proporciones.⁽⁵⁾ En los casos de valores superiores a 0,45, esta se considera una remodelación concéntrica,⁽¹⁵⁾ clasificación en la que entran estos boxeadores.

La aurícula izquierda (AI), puede alcanzar hasta un 16 % de incremento, debido a los grandes volúmenes de sangre que recibe con el entrenamiento aerobio. Pelliccia y col estudiaron en una gran muestra la distribución y significancia del aumento de la AI en el atleta y concluyen que se puede ver como una adaptación benigna al ejercicio y como un componente del “corazón de los atletas”.⁽²⁰⁾ Erol y colaboradores en una muestra que incluyó a luchadores y boxeadores, observaron valores de 37 ± 6 mm⁽¹⁰⁾ y Ghorayeb en luchadores, de 39 ± 4 mm.⁽¹⁶⁾ En los judocas de nivel olímpico cubanos se encontraron valores de $29,4 \pm 4,1$ mm.⁽¹²⁾ Los valores del diámetro transverso observados en estos boxeadores cubanos se encuentran dentro del rango aceptado para este estudio (19-42 mm)⁽⁴⁾ y son compatibles con un desarrollo aerobio suficiente, para sujetos que compiten en disciplinas de combate del alto rendimiento.

El ventrículo derecho (VD) del deportista tiende a aumentar sus dimensiones internas, proporcionalmente con el izquierdo, así como la masa, el grosor de la pared, así como el redondeamiento de su forma y su función.⁽¹⁷⁾ Se han encontrado diferencias hasta del 17 %, en sus dimensiones y un 25 % en su volumen telediastólico, comparadas con las de sujetos no entrenados. En los judocas cubanos de alta calificación se observaron valores de $23 \pm 1,5$ mm.⁽¹²⁾ El diámetro de estos boxeadores, se ha considerado normal para las exigencias de su quehacer deportivo y además se encuentra comprendido en el rango de 7-25 mm utilizado como referencia para este estudio.⁽⁴⁾

La aorta, es la moduladora determinante de todo el sistema cardiovascular, que amortigua la intensa intermitencia de la salida pulsátil de la sangre del VI, y aporta un flujo estable al lecho capilar y los tejidos. En los sujetos que han desarrollado una amplia base aerobia con grandes cámaras ventriculares izquierdas, se encuentran los valores más elevados para el diámetro de su raíz (Ao).⁽¹⁷⁾ Los valores de estos boxeadores y su rango, superan los límites de 16–30 mm establecidos para sujetos no deportistas, son similares a los 33 ± 3 mm reportados por Ghorayeb y colaboradores en maratonistas⁽¹⁶⁾ y superiores a los $28,1 \pm 3,4$ mm encontrados por Almenares y colegas en judocas cubanos de alta calificación.⁽¹²⁾

Como se ha visto en los ejemplos citados, la relación de algunos indicadores ecocardiográficos, tanto funcionales como morfológicos con la corpulencia de los boxeadores de nivel internacional, es un factor que se debe tener en cuenta para establecer valores de referencia. Con estos patrones será posible evaluar de forma adecuada el ecocardiograma de estos deportistas, que para la competencia y la preparación se agrupan de acuerdo con su peso corporal.

CONCLUSIONES

La remodelación cardíaca estuvo presente en los deportistas estudiados, con una combinación armónica de los efectos de la preparación aerobia y la anaerobia y diferencias considerables entre grupos de pesos. La información que aporta el estudio realizado, constituye una herramienta para evaluar los ecocardiogramas de estos deportistas, para su aplicación sistemática tendiente a evitar la aparición de accidentes y la muerte súbita de causa cardiovascular en este universo, así como para facilitar la correcta orientación y reorientación del entrenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pelliccia A, Maron BJ, De Luca R, Di Paolo FM, Spataro A, Culasso F. . Remodeling of Left Ventricular Hypertrophy in Elite Athletes After Long-Term Deconditioning. *Circulation*. 2002; 105: 944-949.
2. Baggish AL, Wang F, Weiner RB, Elinoff JM, Tournoux F, Boland A, Picard MH, Hutter AM, Wood MJ. Training specific changes in cardiac structure and function: a prospective and longitudinal assessment of competitive athletes. *J Appl Physiol* 2008; 104: 1121–1128.
3. Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A, Proschan MA, Spirito P. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med* 1991; 324: 295–301.
4. Berovides O. Fisiología Cardiovascular: Ecocardiografía en el Deporte. Recopilación temática del programa docente de la Especialidad de

- Medicina del Deporte. Instituto de Medicina del Deporte. 2003. (Versión digital)
5. Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, van der Wall EE. The Athlete's Heart: A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. *Circulation* 2000; 101; 336-344.
 6. Luijkx T, Cramer MJ, Prakken NHJ, Buckens CF, Mosterd A, Rienks R, Backx FJG, Mali WP, Velthuis VK. Sport category is an important determinant of cardiac adaptation: an MRI study. *Br J Sports Med* 2012; 46: 1119–1124.
 7. Venckunas T, Lionikas A, Marcinkeviciene JE, Raugaliene R, Alekrinskis E, Stasiulis A. Echocardiographic parameters in athletes of different sports. *Journal of Sports Science and Medicine* 2008; 7, 151-156.
 8. Kasikcioglu E, Huseyin, Akhan OH, Kayserilioglu A, Mercanoglu F, Umman B, Bugra Z. Left ventricular remodelling and aortic distensibility in elite power athletes. *Heart Vessels* 2004; 19: 183–188.
 9. Guyton AC and Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*. 11th ed. Pennsylvania: Elsevier Inc., 2006. P. 1055-66.
 10. Erol MK, Ugur, M; Yilmaz, M; Acikel M; Sevimli, S; Alp, N. Atrial Mechanical Functions in Elite Male Athletes. *The American Journal of Cardiology*. Vol. 88. October 15, 2001.
 11. Sanagua J, Acosta G. La hipertrofia ventricular del atleta *Cardiología del Ejercicio*. De Sanagua J, Acosta G, Narváez G, Rasmussen R. Editorial Científica Universitaria. Catamarca, Argentina 2005.
 12. Almenares ME, Berovides O, Silva J, González J, Vargas ER. Evaluación ecocardiográfica en judocas olímpicos. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fís Dep [internet]* 2006. 21, 6. Disponible en URL: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista21/artecojudo27.htm>.
 13. Silva J, Almenares ME, Medina MC, Castro Y. Variables ecocardiográficas y su modificación como resultado de la adaptación al entrenamiento en esgrimistas de alto nivel. *Revista Electrónica de Portales Medicos.com*.

Disponible en: <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/822/1>.

14. Serratos Fernández I, Boraita Pérez A. Características morfológicas del corazón del deportista. Archivos de Medicina del deporte 2001; 17(77): 269-279.
15. Palazzuoli A, Gennari L, Calabria P, Nami R, Martini G, Palazzuoli V, Nuti R. Left ventricular Hypertrophy Differences in Male Professional Runners and Young Patients Suffering from Mild Hypertension. BloodPressure. 2004; 13: 1-6.
16. Ghorayeb N, Batlouni M, Pinto IMF, Dioguardi GS. Adaptative Physiologic Response of the Heart. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 2005 Sep. 85(3)
17. Scharhag, J.; schneider, g.; urhausen, a.; rochette, v.; kramann, b.; kindermann, w. "athlete's heart. right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging". j am collcardiol. 2002; 40: 1856–63.
18. Sharma S. Athlete's heart – effect of age, sex, ethnicity and sporting discipline. Physiological Society Symposium – The Athlete's Heart. Experimental Physiology 2003; 88(Pluim): 665–669.
19. Whyte GP, George K, Sharma S, Firoozi S, Stephens N, Senior R, McKenna WJ. The upper limit of physiological cardiac hypertrophy in elite male and female athletes: the British experience. Eur J Appl Physiol 2004; 92: 592–597.
20. Pelliccia A, Maron BJ, Di Paolo FM, Biffi A, Quattrini FM, Pisicchio C, Roselli A, Caselli S, Culasso F. Prevalence and Clinical Significance of Left Atrial Remodeling in Competitive Athletes. J Am Coll Cardiol 2005; 46(4): 690–6.