

Características ecocardiográficas de las judocas de la preselección nacional cubana según categorías de peso corporal

Echocardiographic characteristics of the judokas from the Cuban national preselection according to body weight categories

Dumier Ofelia Reyes Vega^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-7289-140X>

María Evelina Almenares Pujadas¹ <https://orcid.org/0000-0002-5224-2998>

Jesús Orta Miranda² <https://orcid.org/0000-0003-3890-7989>

Alexis Martínez Ramos³ <https://orcid.org/0000-0003-2424-8679>

Diana Torres López⁴ <https://orcid.org/0000-0001-6808-0949>

Edel Ángel Robayna³ <https://orcid.org/0000-0002-7752-7551>

¹Instituto de Medicina del Deporte, Subdirección de Docencia e Investigaciones. La Habana, Cuba.

²Instituto de Medicina del Deporte, Departamento de Cardiología. La Habana, Cuba.

³Instituto de Medicina del Deporte, Subdirección de Asistencia Médica. La Habana, Cuba.

⁴Hospital “Enrique Cabrera”, Subdirección de Medios Diagnósticos. La Habana, Cuba.

^{1*} Autor para la correspondencia: dumiereyes@gmail.com

RESUMEN

Introducción. El objetivo de esta investigación fue determinar las características de los parámetros ecocardiográficos demostrativos de salud y preparación física en la Preselección Cubana Femenina de Judo. **Materiales y Métodos.** Se realizan ecocardiogramas a 24 judocas de la Preselección Cubana Femenina de Judo en dos momentos de la preparación para la competencia fundamental del macrociclo. Las judocas se clasifican en cuatro categorías, según sus pesos corporales. Se utilizan las estadísticas descriptivas y se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar la significación de las diferencias observadas entre las categorías establecidas, considerando significativo α menor o igual a 0,05. **Resultados.** Los resultados obtenidos fueron: $9,48 \pm 1,03$ mm la pared posterior del ventrículo izquierdo y $9,85 \pm 0,082$ mm el septum. Los diámetros ventriculares: $45,6 \pm 3,43$ mm el izquierdo y $30,3 \pm 3,61$ el derecho. El índice de masa del ventrículo izquierdo tuvo $98,5 \pm 14,3$

gramos. El índice de grosor parietal relativo fue $0,42\pm 0,05$. El diámetro de la aurícula izquierda $29,0\pm 3,20$ mm. El gasto cardiaco $3,50\pm 0,79$ L y su índice $1,99\pm 0,43$ ml.

Conclusiones. El corazón de las judocas estudiadas, presenta características de buena salud deportiva, así como adecuada adaptación fisiológica consecuente con los requerimientos del deporte practicado, de igual modo que con el nivel competitivo en el que desempeñan su actividad.

Palabras clave: Cardiología deportiva; Judo; características ecocardiográficas; remodelación cardiaca.

ABSTRACT

Introduction. The objective of this research is to determine the characteristics of echocardiographic parameters demonstrating health and physical preparation in the Cuban Women's Judo Preselection. **Methods.** Echocardiograms were realized on 24 judoists of the Cuban Women's Judo Preselection in two moments of the preparation for the fundamental competition of the macrocycle. Judokas were classified into four groups, based on their body weights. Descriptive statistics and the non-parametric Kruskal-Wallis test was applied to determine the significance of differences observed into the established subgroups, considering α less than or equal to 0,05 to be significant. **Results.** Obtained values were: $9,48\pm 1,03$ mm for posterior left ventricle wall and $9,85\pm 0,08$ mm for the septum. Ventricular diameters were: $45,6\pm 3,43$ mm for the left ventricle and $30,3\pm 3,61$ for the right one. Left ventricular mass index was $98,5\pm 14,3$ grams. The relative wall thickness index was $0,42\pm 0,05$. The left atrium diameter is $29,0\pm 3,20$ mm. Cardiac output $3,50\pm 0,79$ and its index $1,99\pm 0,43$ ml. **Conclusions.** The hearts of studied judokas present sports health characteristics and adequate physiological adaptation, consistent with requirements of the practiced sport, as well as with the competitive level at which they perform their activity.

Key words: Sports cardiology; Judo; echocardiography characteristics; cardiac remodeling.

Recibido: 22/09/22

Aceptado: 22/10/22

INTRODUCCIÓN

La preparación de los deportistas de alta calificación, induce cambios morfológicos y funcionales en el sistema cardiovascular, que dependen de diferentes factores, entre los que se destacan las características generales y específicas del entrenamiento recibido. Estas modificaciones de los corazones sanos, sometidos a un entrenamiento físico intenso y sistemático, hacen posible la salida de la sangre necesaria para el suministro del oxígeno y nutrientes a los diferentes órganos y tejidos que participan en la actividad. Como factores causales y moduladores de la adaptación cardiovascular se destacan, el tipo de ejercicios realizados, la duración e intensidad del trabajo, así como el número de repeticiones efectuadas en el entrenamiento y las competiciones, como lo demuestran los estudios de la remodelación y función cardíacas^{1,2}.

El trabajo aeróbico realizado para el desarrollo de la resistencia, ocasiona incrementos en las cavidades cardíacas, fundamentalmente excéntricas, debidos a las altas cargas del volumen de sangre que debe expulsar el corazón con cada latido. En los deportes en los que predomina el uso de la fuerza isométrica con sobrecargas de presión, se observa una mayor hipertrofia concéntrica, con volúmenes iguales o menores de eyección sanguínea por latido².

Los deportes de combate “cuerpo a cuerpo”, como el judo, en los que ambas cualidades motrices son determinantes para el éxito, la combinación de estos dos tipos de esfuerzos incide en la adaptación y remodelación cardíacas correspondiente con esos requerimientos fisiológicos. En esa adaptación también influyen las particularidades que impone la clasificación según división de pesos para los combates competitivos, como factores determinantes en la preparación deportiva^{3,4}.

La práctica energéticamente mixta del judo requiere una preparación caracterizada por ejercicios intensos, de tipo fraccionado e interválico intermitentes, habilidades complicadas y una excelente táctica. La adaptación del corazón a estos requerimientos puede presentar ciertas similitudes con enfermedades miocárdicas en cuyos casos, la ecocardiografía es una herramienta que permite detectar y clasificar la mayoría de estos cambios, que pueden pasar inadvertidos en el electrocardiograma. Desde su surgimiento, éste ha sido un recurso eficiente para la preservación de la salud y prevención de la muerte súbita del deportista así como para determinar su riesgo⁵.

Grazioli y colaboradores en estudio realizado con 2,688 deportistas de ambos sexos, que incluía una prueba de esfuerzo y ecocardiograma doppler observaron el 92,5 % de exámenes estrictamente normales y el 7,5 % presentaban algunas alteraciones. Solamente en el 0,14 % se

indicó, el cese de la práctica deportiva y en los que mostraban otras anomalías menos severas se recomendó el seguimiento cardiológico, debido a que aún es poco conocida la evolución de estos casos, bajo el efecto del entrenamiento sistemático⁶. Pelliccia y col en una muestra de 2352 deportistas olímpicos estudiados durante 10 años observaron que el 3,9 % tenían resultados cardiovasculares anormales, lo que sugiere que aún asintomáticos y con un desempeño estelar, los deportistas de alto nivel, pueden presentar desordenes y estar expuestos a alto riesgo durante el ejercicio^{6,7}.

En consecuencia, se recomienda utilizar este medio diagnóstico al menos en la primera valoración de estos deportistas, para aumentar la eficacia de los programas de prevención de la muerte súbita. Por otro lado, la definición de los parámetros cardiovasculares influyentes en el desempeño deportivo exitoso, hacen que el estudio imagenológico en la actualidad constituya un elemento necesario para realizar el adecuado control médico de la preparación deportiva de alto nivel.

Teniendo en cuenta que aún no se dispone de información suficiente acerca de las características más relevantes del ecocardiograma en las judocas de alta calificación, se considera conveniente utilizar este medio diagnóstico en su evaluación sistemática, con el objetivo de establecer la diferencia entre la adaptación al entrenamiento y otras desviaciones que pudieran implicar riesgo. Con esta investigación, se propone utilizar las posibilidades diagnósticas del ecocardiograma para la orientación y reorientación del entrenamiento, así como para el perfeccionamiento del control médico de la preparación de las judocas cubanas de alta calificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo con las integrantes de la Preselección Cubana de Judo como parte del Control Médico del Entrenamiento Deportivo al comienzo del ciclo olímpico. La muestra quedó integrada por las tres primeras figuras representantes de las ocho divisiones de peso existentes que tuvieron un estado de salud y preparación adecuados para el nivel en que compiten.

Los parámetros ecocardiográficos fueron determinados en el departamento de Imagenología del Instituto de Medicina del Deporte de La Habana por un cardiólogo con experiencia en la ecocardiografía de deportistas y los resultados fueron anotados en el modelo de registro sistemático. Se utilizó un ecocardiógrafo de la marca ALOKA, modelo Alpha 10 de

procedencia japonesa y se efectuaron los ecocardiogramas en dos momentos de la preparación. El primero se realizó en la semana final de la etapa de preparación general (FPG) en la que se entrenó con los altos volúmenes y bajos niveles de intensidad. El segundo control se efectuó después de transcurrir nueve microciclos, periodo en el que se entrena con un volumen 2-3 y una intensidad 4-5.

Los exámenes se efectuaron en horas de la mañana después de un descanso nocturno de ocho horas o más. Se trabajó en el modo bidimensional (tiempo real) y en el modo M, y se utilizaron las vistas ecocardiográficas en el eje largo (ventanas acústicas): Apexiana, supraesternal, subxifoidea y paraesternal izquierda. Los registros se hicieron con la deportista en posición de decúbito supino, girando hacia la izquierda sobre el hombro de ese lado, en ángulos de 30 a 90 grados hasta visualizar el área cardíaca y que el sonido penetrara en la ventana acústica, de esa zona, alcanzando sin interferencias las estructuras del corazón.

El transductor se aplicó sobre el tórax en cuatro localizaciones: borde esternal izquierdo (4^{to} y 5^{to} espacio intercostal, en posición paraesternal); en posición apexiana (5^{to} espacio intercostal, línea medio clavicular), posición subesternal; región del epigastrio y posición supraesternal. Se observó la imagen completa de la silueta cardíaca y cada una de las variables fueron medidas o calculadas en tres ocasiones por separado y de no coincidir, se registró el promedio de esas mediciones. Los valores, obtenidos se compararon con los patrones de normalidad establecidos para la población no deportiva⁸.

Se midieron las magnitudes de las variables:

- Diámetro del Ventrículo izquierdo (VI) al final de la diástole (DTDVI).
- Pared posterior del Ventrículo Izquierdo en diástole en ese momento (PPVID).
- Septum Interventricular también en la diástole (SIVD).
- Diámetro de la Aurícula izquierda (AI).
- Diámetro de Ventrículo Derecho (DVD).
- Diámetro de la raíz de la aorta (Ao).
- Frecuencia Cardíaca en reposo (FCR).
- Volumen latido: en reposo (VL).

Estimaciones:

- Superficie corporal según la fórmula de DuBois⁹ es: $SC (m^2) = (0,0001) \times (71,74) \times [peso (Kg)]^{0,425} \times [altura (cm)]^{0,725}$
- Índice de grosor parietal relativo (GPR) = $(SIVD + PPVID) / DTDVI$.
- Masa del ventrículo izquierdo calculada utilizando la fórmula de Devereux¹⁰.

-El índice de masa se estimó con la ecuación: $IMVI = MVI/SC$.

Se consideraron 4 patrones de geometría ventricular:

- Normal: IMVI y espesor relativo de la pared normal.
- Remodelación concéntrica (RC): IMVI normal con espesor parietal relativo aumentado.
- Hipertrofia excéntrica (HE): IMVI aumentado y espesor parietal relativo normal.
- Hipertrofia concéntrica (HC): IMVI y espesor parietal relativo aumentado.

Se determinó el gasto cardiaco aplicando la ecuación: $GC = VL \times FCR$.

Se estiman los índices de VL y GC, con relación a la superficie corporal.

El índice de gasto cardiaco: $IGC = GC / SC$.

Para evaluar la normalidad de las variables incluidas en el estudio, se tomaron como patrones los establecidos por la Convención de la Sociedad Americana de Ecocardiografía⁸.

Las variables antropométricas peso y estatura, fueron solicitadas al laboratorio de Cineantropometría del IMD, coincidiendo con el momento de ambas pruebas (determinados por la metodología indicada en el consenso de ese departamento¹¹. Las judocas se clasificaron según el peso corporal del momento del estudio, en cuatro categorías, de acuerdo a las divisiones de pesos en las que compiten, en el momento del estudio:

- Ligeras: deportistas que pesaban hasta 52 Kg de peso.
- Medianas: judocas de más de 52 Kg, hasta los 70 Kg.
- Pesadas: las que pesaban más de 70, sin exceder los 78 kg.
- En el grupo de las Súper pesadas se reunieron las que pesaban más de 78 kilogramos.

Se presentan las estadísticas descriptivas (promedio y desviación estándar) y se aplicó la prueba: no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar la significación de las diferencias entre categorías de peso. Se consideró significativo un α menor o igual a 0,05 y altamente significativo si es menor o igual a 0,01. Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico profesional SPSS-W 20.0 en una computadora Intel Pentium y los resultados obtenidos se presentan en tablas y gráficos.

Las judocas que participaron en el estudio conocían las características del mismo, se solicitó su consentimiento informado para participar en la investigación, según lo establecen las normas éticas internacionales de la OMS para la investigación biomédica con seres humano¹² y con el previo conocimiento del médico del deporte y sus entrenadores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las variables antropométricas que pueden afectar los valores de los indicadores cardiovasculares incluidos en la investigación se destacan el peso, la estatura y la superficie corporal, por ser determinantes en el comportamiento de algunos índices utilizados en las evaluaciones del ecocardiograma. Los resultados obtenidos son consecuentes con las características fisiológicas de una muestra de deportistas jóvenes saludables, de alto nivel competitivo con diferencias entre categorías de pesos altamente significativas (Tabla I).

La FCR es una variable de interés para esta investigación, por ser un factor determinante en los cambios observados en varios indicadores fisiológicos, entre ellos los que expresan diferentes aspectos de la función ventricular y eficiencia cardiovascular. La práctica habitual de ejercicios ocasiona la disminución de la frecuencia cardíaca en reposo y ante esfuerzos submáximos, lo que obedece fundamentalmente al aumento del tono vagal y la disminución de la influencia simpática que éste ejerce sobre el corazón. Los valores promedio de estas judocas durante el reposo se encuentran dentro de las referencias conocidas para otras deportistas de esta disciplina y nivel competitivo^{3,4}. Ello demuestra que de forma general y desde el punto de vista funcional que esta preselección ha tenido un acondicionamiento cardiovascular consecuente con los requerimientos de su nivel de desempeño deportivo.

Tabla I. Características de la muestra.

| Variables | Ligeras (n = 16) | Medianas (n = 14) | Pesadas (n = 12) | Súper Pesadas (n = 6) | Total (n = 48) | Sig. (p ≤) |
|---------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|
| Edad Decimal (años) | 18,8±4,08 | 21,7±2,83 | 21,9±3,83 | 20,7±2,15 | 20,7±3,66 | 0,01 |
| Peso (Kg) | 54,2±3,22 | 63,2±3,36 | 76,5±4,70 | 105±8,52 | 68,8±16,9 | 0,001 |
| Estatura (cm) | 160±6,00 | 166±4,00 | 170±4,00 | 175±4,00 | 166±7,00 | 0,001 |
| SC (m ²) | 1,55±0,08 | 1,69±0,06 | 1,88±0,07 | 2,21±0,06 | 1,76±0,22 | 0,001 |
| FCR (lat/min) | 59,2±7,81 | 53,0±6,67 | 63,2±13,1 | 56,5±7,06 | 58,0±9,48 | n.s. |

El judo de alta competencia requiere una sólida base aeróbica debido a las características de la duración de los combates competitivos y la repetición de los mismos, por lo que el tipo de entrenamiento recibido, con ejercicios dinámicos, ocasiona el aumento de las cavidades cardíacas con los mayores diámetros en el ventrículo izquierdo. Estos altos valores diametrales

se encuentran en los sujetos que entrenan en disciplinas de resistencia y en los deportistas de alto nivel competitivo, en los que esta capacidad motriz es determinante para el éxito¹³. En consecuencia, los valores del DTDVI de estas judocas se corresponden con la demanda metabólica de su práctica deportiva. Se observan diferencias altamente significativas de sus valores absolutos entre las categorías de peso, con los de mayor magnitud en las judocas más pesadas, en correspondencia con el crecimiento armónico del corazón. (Tabla II).

Este valor es superado por el de $52,0 \pm 6,4$ mm observado en las judocas cubanas que compitieron exitosamente en los Juegos Olímpicos de Barcelona y Atlanta³. No obstante, los resultados observados en cada grupo, son similares a los reportados por diferentes investigadores en sus estudios con deportistas femeninas de alto nivel competitivo^{13,14}. En la preparación de las judocas, el entrenamiento aeróbico básico y el especial se combinan con el trabajo de altas intensidades realizado en cortos lapsos de tiempo, dirigido al incremento de la fuerza y la rapidez, así como para el perfeccionamiento de la técnica. Este tipo de preparación determina las características de su remodelación cardiovascular mixta con el engrosamiento del SIVD y la PPVID. La hipertrofia cardiaca en este caso se vincula a diferentes patrones de engrosamiento parietal, por lo general de tipo excéntrico, relacionado con el entrenamiento recibido⁸. El incremento de la cavidad, en estas judocas se acompaña de un aumento compensador del grosor del SIVD ($p \leq 0,05$) y en la PPVI, aunque en este caso no trasciende significativamente los límites establecidos como normales⁸.

Tabla II. Indicadores morfológicos del ventrículo izquierdo.

| Variable | Ligeras (N = 16) | Medianas (N = 14) | Pesadas (N = 12) | Sup. Pes. (N = 6) | Total (N = 48) | Sig. (p ≤) |
|---------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------|
| DTDVI (mm) | 43,6±3,27 | 45,4±3,20 | 47,3±3,17 | 48,0±1,67 | 45,6±3,43 | 0,01 |
| SIVD (mm) | 9,50±0,73 | 10,1±0,86 | 9,75±0,87 | 10,3±0,52 | 9,85± 0,85 | 0,05 |
| PPVID (mm) | 9,13±1,26 | 9,79±0,89 | 9,42±1,00 | 9,83±0,41 | 9,48±1,03 | n.s. |
| Índice GPR | 0,43±0,06 | 0,44±0,05 | 0,40±0,05 | 0,42±0,02 | 0,42±0,05 | n.s. |
| MVI (g) | 151±28,0 | 179±27,8 | 181±14,9 | 200±18,6 | 173±28,9 | 0,001 |

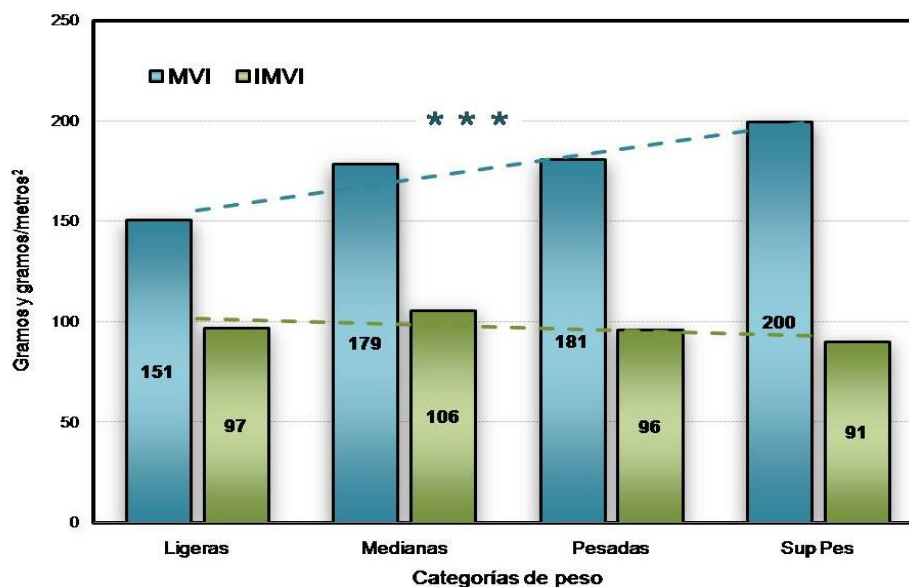
En la presente investigación, los valores promedio del SIVD y la PPVID son similares a los publicados con anterioridad¹⁵ y superan los observados en el estudio realizado con anterioridad en las judocas cubanas de nivel olímpico, cuyos valores alcanzaron $8,9 \pm 0,7$ mm y $8,6 \pm 0,08$ mm en el septum y la pared posterior respectivamente³. En este resultado influye el hecho de que el entrenamiento y la competición del judo, se ha hecho más dinámica con los combates de

menor duración y el entrenamiento encaminado a la obtención de la preparación anaerobia consecuente con las exigencias competitivas actuales.

Para el diagnóstico diferencial con la miocardiopatía hipertrófica es importante tener presente que el engrosamiento parietal supera al observado en el sujeto entrenado y que es factible la aparición de asimetrías con transiciones bruscas entre áreas vecinas. Además, existen otros factores en sus antecedentes y estatus funcional, que es importante tener presentes.

El índice de grosor parietal relativo (GPR) se ha utilizado para identificar las particularidades metabólicas de la preparación física que predomina en el sujeto y en los resultados observados en estas judocas, el mismo denota un acondicionamiento físico mayoritariamente anaerobio con altos niveles de desarrollo básico aerobio de relativa uniformidad para toda la muestra. Los valores de 0,40 o mayores se consideran característicos del predominio de la preparación anaeróbica, como es el caso de estas deportistas¹⁶.

La hipertrofia provocada por el ejercicio, unida al aumento de la cavidad ventricular, produce el aumento de la MVI, cuya magnitud depende de múltiples factores, entre los que se destaca la corpulencia de los sujetos. El valor de $173 \pm 28,9$ g. de masa del ventrículo izquierdo (MVI), observado en estas judocas trasciende los límites superiores de lo considerado normal para el sexo femenino (66-150 g.), lo que se puede considerar como otra consecuencia de las características de la preparación de estas deportistas. Teniendo en cuenta la ausencia de síntomas y otras manifestaciones patológicas, así como la correspondencia de estos resultados con las características del desempeño deportivo, se puede considerar que estos cambios son consecuentes con la necesidad de utilizar con frecuencia la fuerza explosiva, así como la resistencia especial para la obtención de la victoria en los combates.

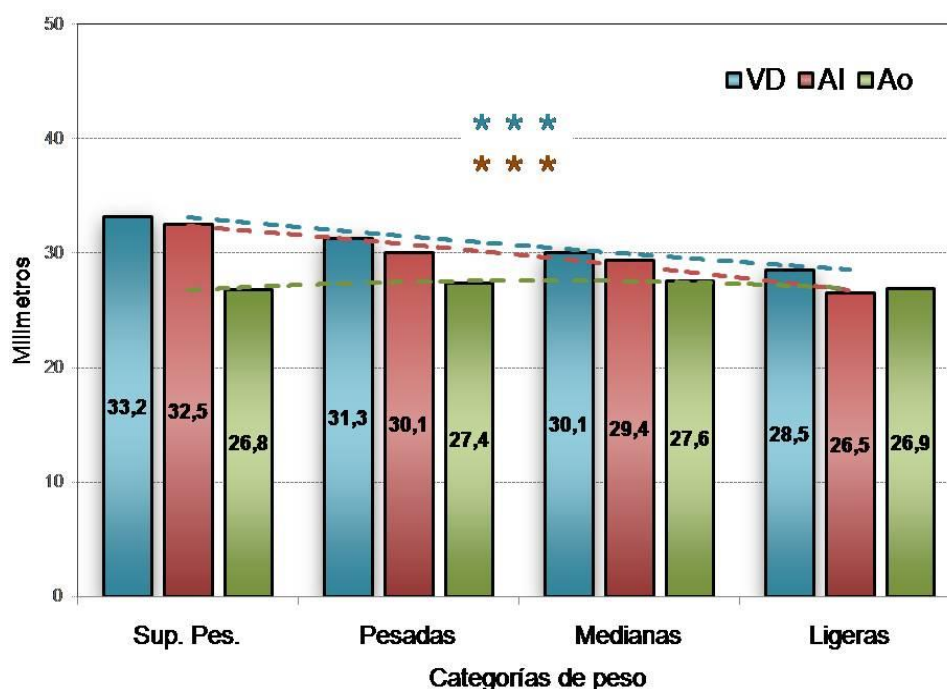


Diferencia significativa: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ y *** $p \leq 0,001$

Figura 1. Masa e índice de masa del ventrículo izquierdo.

En las judocas pesadas y súper pesadas, la relación de la MVI de 95 gr con un GPR menor o igual a 0,42 se acerca a los valores de la hipertrofia excéntrica, mientras que en las ligeras y medianas si son más cercanos a los de una hipertrofia concéntrica discreta, debida a la mayor dinámica fuerza-rapidez del trabajo predominante en estos pesos. El índice de masa (IMVI) de la muestra es de $98,5 \pm 14,3 \text{ g/m}^2$, valor que se encuentra en el rango de normalidad, establecido para las mujeres no deportistas. (Figura 1).

El ventrículo derecho (VD) y la aurícula izquierda (AI) son en la actualidad objetos del interés, de la cardiología deportiva, por el impacto que tienen en sus dimensiones y morfologías el volumen y la intensidad del trabajo realizado por los deportistas de alto nivel. En ambos diámetros, se destacan las diferencias de muy alta significación ($p \leq 0,001$), relacionadas con el peso promedio de las cuatro categorías de judocas (Figura 2).



Diferencia significativa: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ y *** $p \leq 0,001$

Figura 2. Diámetros del VD, AI y Ao.

El VD asegura los grandes volúmenes de sangre que se eyectan hacia el pulmón durante el esfuerzo y sufre cambios proporcionalmente similares a los ocurridos en el VI, producto de la práctica del ejercicio físico intenso realizado en el deporte de alto rendimiento. El desarrollo de la imagenología hizo evidente que éste aumenta sus dimensiones internas y el grosor de las paredes, en relación directa y proporcional con los valores de las otras estructuras cardiacas mejor visualizadas con anterioridad^{6,17}. En esta investigación, se observó una tendencia al incremento directamente relacionado con el peso, similar a la que ocurre en el VI. La dilatación de la cavidad del VD, que acompaña al incremento del espesor parietal en los deportistas, establece la diferencia entre el aumento fisiológico y el de la Miocardiopatía Hipertrofica Familiar (MHF) en la que se observa una cavidad pequeña. En consecuencia, ante una hipertrofia parietal, las dimensiones de la cavidad inferiores a 45 mm sugieren la posibilidad diagnóstica de una MHF y las superiores a los 55 mm se corresponden con los de un corazón de atleta⁸.

Investigaciones previas han demostrado que la práctica deportiva puede causar, el incremento diametral de la AI, debido a la mayor magnitud del corazón de las deportistas de alto nivel competitivo. A tal efecto, se ha expresado que en algunos casos se puede llegar a aceptar como fisiológico hasta un límite superior a 45 mm⁸. El valor promedio de $29,0 \pm 3,20$ mm observado

en este estudio, no alcanza los $31,1 \pm 2,7$ mm de las judocas cubanas del más alto nivel competitivo estudiadas anteriormente³ y sus magnitudes se encuentran en el observado por otros investigadores en deportistas.

En estudio realizado por Pelliccia y colaboradores, se observó que el aumento de la AI, era relativamente frecuente (20 % de los casos), así como que este comportamiento estaba estrechamente relacionado con el aumento cavitario del VI y la participación en deportes dinámicos, con un límite máximo de 45 mm en las mujeres. Estos elementos permitieron establecer el diagnóstico diferencial entre la remodelación cardiaca fisiológica observada en estos casos y la de patologías como la fibrilación auricular y otras Taquiarritmias poco frecuentes, interpretándolas como una manifestación fisiológica de la adaptación al ejercicio sin consecuencias clínicas adversas¹⁸.

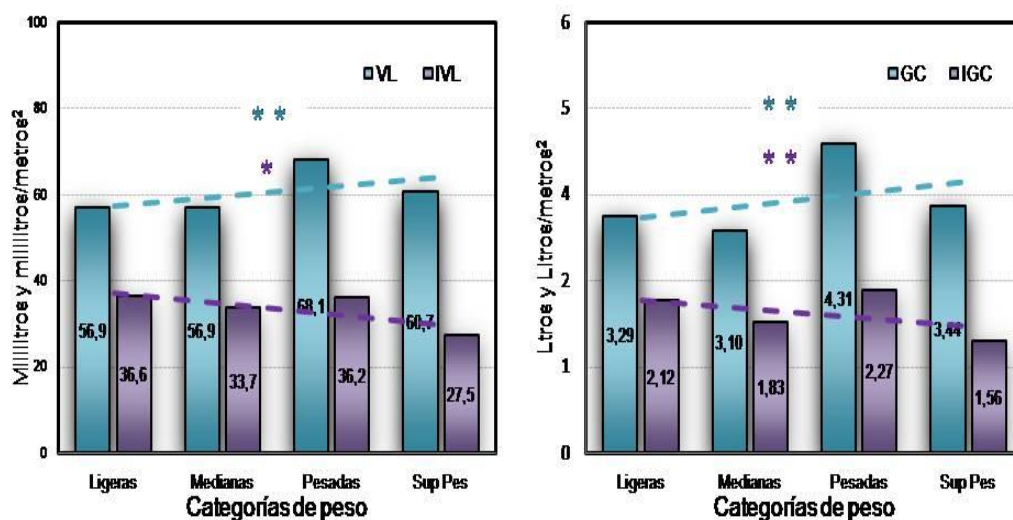
Los altos valores del diámetro de la aorta de los deportistas de resistencia son una evidencia de la adaptación de su pared a las exigencias del entrenamiento, lo que resulta más notable en los sujetos que soportan un alto componente dinámico¹⁹. Los valores de la muestra son mayores a los $27,2 \pm 2,1$ mm, reportados por Laskowsky en judocas del sexo femenino de alta competencia⁵. Los diámetros en estas judocas no muestran tendencias significativas relacionadas con el peso o la superficie corporal y son similares a los $27,1 \pm 3,1$ mm observados en el estudio realizado con anterioridad en las judocas cubanas de alta calificación³ y se encuentran dentro del rango de normalidad de la población femenina no deportiva⁸.

La utilización de oxígeno durante el ejercicio depende de diferentes procesos fisiológicos y variables dependientes del nivel de aptitud física, que son determinantes del desarrollo de las capacidades motrices básicas. Este régimen de trabajo provoca modificaciones a nivel central (cardiacas) y periférico (musculares), cuya magnitud guarda relación, con el grado de entrenamiento previo y con otras condiciones específicas en las que se realiza el ejercicio, como edad, sexo, tipo de esfuerzo y aptitud física, entre otras. El cambio introducido en la duración de los combates, aumentó la dinámica de las acciones, por lo que las judocas se preparan para trabajar con más altas intensidades y mayor frecuencia de acciones.

El GC considerado un indicador de desarrollo aeróbico del sistema cardiovascular, presenta elevados valores en los ecocardiogramas de las deportistas que se entrenan en estas disciplinas. Durante el reposo no muestra una superioridad significativa, lo que se considera es debido a la menor FCR propia de los sujetos entrenados, aunque con el ejercicio ocurren incrementos marcados que superan el aumento del volumen latido (VL). Esta variable puede aumentar durante el ejercicio aerobio (dinámico) a expensas del volumen de eyección, ocasionado por el

aumento de la precarga, postcarga, contractilidad y frecuencia cardiaca, con sobrecarga del volumen. Esa reiteración produce la dilatación de ambos ventrículos que puede llegar a alcanzar más de 2,5-4,0 l/min/m²²⁰.

El VL estrechamente relacionado con el gasto cardiaco y componente fundamental del consumo de oxígeno, se hace más marcado en el corazón entrenado. En estas judocas los 60,2 ± 10,4 ml/lat superan los reportados en diferentes muestras de deportistas¹⁶, se encuentran por encima del rango de normalidad para la población no entrenada y dentro del considerado normal en este estudio²⁰. Sus valores muestran una diferencia inter grupal estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$), que se hace más evidente aún, al indizarse con la SC ($p \leq 0,01$), como se puede observar en el índice del volumen latido (IVL) (Figura 3).



Diferencia significativa: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ y *** $p \leq 0,001$

Figura 3. Volumen latido y Gasto Cardiaco.

CONCLUSIONES

Los valores observados en las judocas estudiadas son característicos de una respuesta cardiovascular saludable y consecuente con los requerimientos hemodinámicos de un deporte de desempeño mixto en el que se compete por divisiones de pesos. Estos resultados pueden ser tomados como referencias para la evaluación sistemática de los ecocardiogramas de las judocas de Alta Calificación. No obstante, teniendo en cuenta las características del esfuerzo al que son sometidas con frecuencia estas deportistas, se considera necesario el control sistemático de las variables estudiadas, para contar con normas o patrones que permitan

identificar las desviaciones y garantizar la inocuidad y el mayor provecho del entrenamiento que reciben.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Castanheira J, Valente-dos-Santos J, Costa D, Martinho D, Fernández J, Duarte J. Cardiac remodeling indicators in adolescent athletes. *Rev Assoc Med Bras* 2017; 63(5):427-434 7. DOI 10.1590/1806-9282.63.05.427
- 2-Szauer I, Kovács A and Pavlik G. Comparison of left ventricular mechanics in runners versus bodybuilders using speckle tracking echocardiography. *Cardiovascular Ultrasound*. 2015; 13:7. DOI 10.1186/s12947-015-0002-y
- 3-Almenares ME, Berovides O, Silva J, González J, Vargas ER. Evaluación ecocardiográfica en judocas olímpicos. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 2006; 6(21):1-16. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54221989001>.
- 4-Laskowski R, Wysocki K, Multan A, Haga S. Changes in cardiac structure and function among elite judoists resulting from long-term judo practice. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008; 48:366-70.
- 5-Rosen Y, Chera HH, Abdulrazzaq M, Al-Sadawi M, Rosen BD, Lima J et al. The Role of Echocardiography in Evaluation of Athletic Heart: A Scoping Study ... *Int J Clin Res Trials*. 2020; 5. DOI:10.15344/2456-8007/2020/153.
- 6-Grazioli G, Sanz M, Montserrat S, Vidal B, Sitges M. Echocardiography in the evaluation of athletes. *F1000 Research*. 2015 [citado 22 Feb 2017]; 151(4): [aprox. 13 p.]. Disponible en: <http://f1000r.es/5gq>.
- 7-Pelliccia A, Adami PE, Quattrini F, Squeo 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; 51:238-243. DOI:10.1136/bjsports-2016-096961
- 8-Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L. et al. Recomendaciones para la Cuantificación de las Cavidades Cardíacas por Ecocardiografía en Adultos: Actualización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y de la Asociación Europea de Imagen Cardiovascular. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015; 28:1-39.

- 9-Dubois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Intern Med* .1916; 17:863-74.
- 10-Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass: anatomic validation of the method. *Circulation*. 1977; 55: 613-18.
- 11-Carvajal W, Deturnell Y, Echevarría I, Martínez M, Castillo ME. Protocolo de valoración de la composición corporal para el control cineantropométrico del entrenamiento deportivo. Documento de consenso del departamento de Cineantropometría del Instituto de Medicina del Deporte de Cuba. *Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís.* 2011; 5(3). Disponible en: www.revmedep.sld.cu.
- 12-Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM: principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. Ferney-Voltaire: AMM; 2013 [acceso 11 jul 2019]. Disponible en: <https://bit.ly/3b7LX4O>.
- 13-Escudero E, Tufare A, Iobritto C, Pellegrini L, Asenjo A, Pinilla O. Remodelamiento ventricular izquierdo en el atleta: influencia de diferentes actividades deportivas. *Rev Fed Arg Cardiol*. 2006; 35:150-56. Disponible en: www.fac.org.ar.
- 14-Santos A, Politi M, Padovani C, Okoshi K. Doppler echocardiography in athletes from different sports. *Med Sci Monit*. 2013; 19:187-93. DOI: 10.12659/MSM.883829
- 15-Yilmaz DC, Buyukakilli B, Gurgul S, and Rencuzogullari I. Adaptation of heart to training: A comparative study using echocardiography & impedance cardiography in male & female athletes. *Indian J Med Res*. 2013 Jun; 137(6): 1111–1120. PMID: PMC 3734716. PMID: 23852292.
- 16-Peidro R. Cardiología del Deporte. El corazón del deportista. Hallazgos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos. *Rev. Argent. Cardiol*. 2003; 71:126-37.
- 17-Scharf M, Oezdemir D, Schmid A, Kemmler W, VonStenge S, May MS, Myocardial adaption to HI(R)T in previously untrained men with a randomized, longitudinal cardiac MR imaging study. (Physical adaptations in Untrained on Strength and Heart trial, PUSH-trial). *PLoS ONE* 12(12): e0189204. <https://DOI.org/10.1371/journal.pone.0189204>.
- 18-Pelliccia A, Maron BJ, Di Paolo FM, Biff Ai, Quattrini FM, Pisicchio C et al. Prevalence and Clinical Significance of Left Atrial Remodeling in Competitive Athletes. *Journal American College Cardiology*. 2005; 46(4):690–6.
- 19-Kassab GS. *The Royal Society Interface* 2006. 3, 719–740. DOI:10.1098/rsif.2006.0138

20-Serra JR. Respuesta cardiovascular producida por el ejercicio. En: Cardiología en el deporte. 3ª edición. Elsevier, Barcelona, España. 2015. p. 3-27.

Declaración de autoría

Dumier Ofelia Reyes Vega. Concepción de la investigación, metodología, análisis de datos; redacción y edición.

María Evelina Almenares Pujadas. Conceptualización teórica, metodología, análisis de datos, redacción y edición.

Jesús Orta Miranda. Aplicación de instrumentos, análisis de datos.

Alexis Martínez Ramos. Aplicación de instrumentos, tabulación, análisis de datos, corrección.

Diana Torres López. Aplicación de instrumentos, tabulación, análisis de datos.

Edel Ángel Robayna. Aplicación de instrumentos, tabulación, análisis de datos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.