

Índice de grosor parietal relativo como indicador de adaptación cardiovascular en el deporte de remo

Relative wall thickness index as indicator of cardiovascular adaptation in rowing sport

María Evelina Almenares Pujadas^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-5224-2998>

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

Rita María Martínez La Rosa <https://orcid.org/0009-0000-8432-7032>

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

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

^{1*} Autora para la correspondencia: mariaevelinaalmenares@gmail.com

RESUMEN

Introducción: se estudió el índice de grosor parietal relativo (h/R), de los remeros olímpicos cubanos como indicador de remodelación cardiaca. **Objetivo:** identificar y discriminar el tipo de remodelación cardiaca de los remeros élite. **Métodos:** se incluyen los resultados de 156 ecocardiogramas realizados en diferentes etapas de la preparación deportiva, durante el ciclo olímpico 2016-20. **Resultados:** el índice promedio fue de 0.43 ± 0.04 en los representantes de ambos sexos. Comienzan la preparación general con valores de 0.43 ± 0.04 los hombres y 0.43 ± 0.04 las mujeres. En el inicio de la etapa de preparación general 0.45 ± 0.04 ; en la preparación general variada 0.42 ± 0.04 . En la preparación especial 0.44 ± 0.04 y en el periodo competitivo alcanzan 0.44 ± 0.05 . Los deportistas de menor experiencia tuvieron valores promedio de 0.44 ± 0.04 ; mientras los de mayor experiencia tuvieron valores de 0.42 ± 0.04 ; **Conclusiones:** la investigación permitió conocer al Índice h/R como indicador de las características metabólicas de las cargas del entrenamiento de los remeros y para el control médico de los mismos.

Palabras clave: Cardiología deportiva; Índice h/R; adaptación cardiovascular; remos.

ABSTRACT

Introduction: the relative wall thickness index (h/R) of Olympic Rowers is studied as an indicator of cardiac remodeling. **Objective:** to identify and discriminate the type of cardiac remodeling in elite rowers. **Methods:** the results of 156 echocardiograms performed at different stages of sports preparation during the 2016-20 Olympic Cycle are included. **Results:** the average index was 0.43 ± 0.04 in the representatives of both sexes. The General UPE begins with values of 0.43 ± 0.04 for men and 0.43 ± 0.04 for women. At the beginning of the general preparation stage 0.45 ± 0.04 ; in the general varied 0.42 ± 0.04 . In the special 0.44 ± 0.04 and in the competitive 0.44 ± 0.05 . The less experienced athletes had mean values of 0.44 ± 0.04 ; while the values of greater experience had 0.42 ± 0.04 ; **Conclusions:** the investigation allowed us to know the h/R Index as an indicator of the metabolic characteristics of the training loads of the rowers and for their medical control.

Keywords: Sport cardiology; h/R index; cardiovascular adaptation; rowing.

Recibido: 02/12/23

Aceptado: 15/01/24

INTRODUCCIÓN

Los remeros de alta calificación deben recorrer largas distancias, a la mayor velocidad posible, tanto en los entrenamientos como en las competencias, por lo que deben alcanzar los niveles de adaptación cardiovascular adecuados para lograr un desempeño competitivo exitoso, sin detrimento de los debidos estándares de salud. Estos deportistas realizan entrenamientos de larga duración y muy altas intensidades de trabajo, con la finalidad de adquirir, mantener e incrementar la capacidad física de trabajo requerida para el éxito. La sobrecarga hemodinámica que impone esta actividad deportiva produce adaptaciones cardiovasculares específicas, que permiten cumplir esas altas demandas fisiológicas. El estudio estructural del corazón, sus funciones y su impacto en el desempeño deportivo, debe brindar apoyo a tales demandas fisiológicas para el cumplimiento de estos requerimientos y la prevención de posibles problemas cardiovasculares.

La documentación disponible acerca de los cambios que tienen lugar en el corazón de estos competidores, no es lo suficientemente informativa y en la actualidad se carece de normas y

patrones para realizar la evaluación y control de la remodelación cardiaca, y que esta se logre dentro de los límites de salud requeridos para el desempeño deportivo exitoso. Por otro lado, los cambios introducidos con frecuencia en las características del entrenamiento requieren el constante ajuste de las posibilidades fisiológicas del deportista para dar la respuesta oportuna a las anomalías y problemas de salud relacionados con el entrenamiento¹⁻³.

Entre las variables aún no exploradas con suficiente nivel de detalle y enfoque causal específico, se encuentra el índice del grosor parietal relativo del ventrículo izquierdo¹ (índice h/R), cuyo comportamiento permite identificar y discriminar el tipo de remodelación que está ocurriendo en el corazón del deportista. Esta investigación se ha dirigido al estudio del impacto de la práctica deportiva del remo sobre esa remodelación, escasamente explorado y cuyas demandas al organismo requieren mayor profundización investigativa que la actualmente dedicada.

Entre los factores que condicionan las vías y formas en las que se produce la adaptación cardiovascular, se destacan los diferentes momentos o etapas de la preparación del deportista y la experiencia, estrechamente relacionada con la edad deportiva. Teniendo en cuenta estos argumentos, se ha utilizado como instrumento evaluativo el índice h/R, en diferentes momentos del ciclo de preparación para el más alto nivel competitivo en que participan los remeros cubanos de alta calificación, con la finalidad de obtener el mayor provecho de la información existente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal, cuantitativo y retrospectivo con los resultados de 156 evaluaciones ecocardiográficas realizadas en el Instituto de Medicina del Deporte, a los integrantes de las preselecciones nacionales de remo de ambos sexos, durante el ciclo de la preparación para los Juegos Olímpicos, Tokio 2020. Los ecocardiogramas (ECG) fueron realizados por un cardiólogo especializado en el estudio de deportistas de alta calificación. Se utilizó un equipo de la marca ALOKA alpha 10, de procedencia japonesa. Para realizar los ECG, los remeros se mantuvieron en reposo después de un descanso nocturno de ocho horas o más. El primer ECG de cada macrociclo, se efectuó en el primer microciclo de la preparación general (IPG), momento en el que entrenaban con un volumen de trabajo 4-5 e intensidad 2-3. La cuarta y última prueba de cada macrociclo se realizó durante la preparación competitiva

(PC), etapa en que la relación entre el volumen y la intensidad de las cargas del entrenamiento ya se habían invertido.

Se realizó ecocardiograma bidimensional (tiempo real), en el modo M, utilizando las vistas en el eje largo (ventanas apexiana, supraesternal, subxifoidea y paraesternal izquierda); previa aplicación de gel, para mantener el contacto directo entre la piel y el transductor, estando los deportistas en posición de decúbito supino, se fue girando hacia la izquierda sobre ese hombro, en ángulos desde 30 a 90 grados hasta visualizar el área cardíaca.

El transductor se aplicó sobre el tórax: en el borde esternal izquierdo en 4^{to} y 5^{to} espacios intercostales izquierdos, en las posiciones paraesternal; apexiana (5^{to} espacio intercostal, línea medio clavicular), subesternal y en la región del epigastrio, en posición supraesternal. En todos los casos se logró que el sonido penetrara por la ventana acústica, alcanzando las estructuras cardíacas sin interferencias. Cada variable fue medida y calculada en tres ocasiones por separado y, de no existir coincidencia, se les calculó el promedio. Se efectuó la revisión general de las paredes de las aurículas y los ventrículos, el septum interventricular e interauricular y de las cavidades correspondientes.

Se determinó el índice de grosor parietal relativo (índice h/R)¹ por medio de la ecuación: $h/R = SIVD + PPVID / DTDVI$.

Los resultados fueron registrados en la planilla utilizada en el departamento para el trabajo con deportistas de alta calificación. La organización y elaboración de los datos se realizaron en una base de datos del programa SPSS-W 20.

Los sujetos se clasificaron según: sexos (M y F); según etapas de preparación de cada macrociclo que abarcó el estudio: inicio de la general (IPG), preparación general variada (PGV), especial (PE) y competitiva (PC). La edad o experiencia deportiva se agrupó, según tres categorías (hasta 5 años, de 6 a 10 años y más de 10 años).

Procesamiento estadístico.

Se estimaron las estadísticas descriptivas de la muestra (promedio y desviación típica). Para el análisis según sexos se utilizó el test de Student. El nivel de significación de las diferencias entre las cuatro etapas incluidas en el estudio y entre los tres grupos de edades deportivas se determinó con el análisis de varianza (ANOVA) de una vía. El procesamiento estadístico se realizó con un paquete SPSS-W versión 20.

La evaluación de los resultados se efectuó de acuerdo con el criterio de normalidad establecido por la Sociedad Americana de Cardiología (SAC) para la población no deportiva, en su versión del año 2015 y los índices h/R fueron evaluados según se mantuvieran o no dentro del rango

de 0.32-0.40, el que sugiere un estado aerobio-anaerobio balanceado de los deportistas. Los índices menores de 0.32 fueron interpretados como de un estado aerobio mientras que, si este rebasaba el valor de 0.40 se consideró predominantemente anaerobio⁴.

Aspectos éticos.

Los ECG se realizaron en los momentos en que el médico del deporte efectuó los exámenes sistemáticos. Todos los deportistas conocían las características de la ecocardiografía, así como su inocuidad y el beneficio de su aplicación. Los procedimientos utilizados cumplieron las pautas éticas internacionales de la OMS para la investigación biomédica con seres humanos⁵.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de índice h/R, de acuerdo a las referencias de la SAC, deben encontrarse entre 0.22-0.42 en las mujeres y entre 0.24-0.42 en los hombres no deportistas⁴. En este estudio, realizado con remeros de alta calificación, se ha observado una gran similitud entre los índices obtenidos en ambos sexos, con un valor de 0.43 ± 0.04 , el que rebasa esos límites establecidos como “normales”. La documentación existente, acerca de los cambios adaptativos que ocurren en el corazón de los deportistas, no siempre ni en todos los casos tiene las mismas características cualitativas y cuantitativas causales, por lo que es necesario hacer algunas diferenciaciones e inferencias al respecto.

El sexo influye de forma acentuada en el crecimiento y desarrollo de los seres humanos y, en consecuencia, el peso y la estatura están determinados en gran medida por esta variable independiente. En ocasiones las diferencias entre competidores de una misma disciplina deportiva y diferente sexo, pueden llegar a ser muy significativas, debido a la influencia de varios factores, relacionados con la diferenciación sexual. Por tal motivo, cuando se evaluaron los resultados del ecocardiograma de cada uno de los remeros incluidos en el estudio, se tuvo en cuenta la asociación de la respuesta adaptativa con las características sexuales, como se puede observar en la Figura 1.

En un estudio realizado, se integraron los hallazgos antropométricos con los valores del índice h/R y tomando como referencia los resultados obtenidos, estos investigadores, concluyen exponiendo que la estatura es el mayor predictor de los resultados observados entre los remeros estudiados por ellos. En el análisis de los resultados observado en las remeras, basándose en los resultados de la integración de los datos antropométricos y cardiovasculares, proponen que la masa muscular es la variable determinante de las diferencias encontradas⁶.

Debido a esos hallazgos, los autores expresan que esas características deben tenerse en cuenta para la selección de talentos, así como al elaborar los programas de entrenamiento.

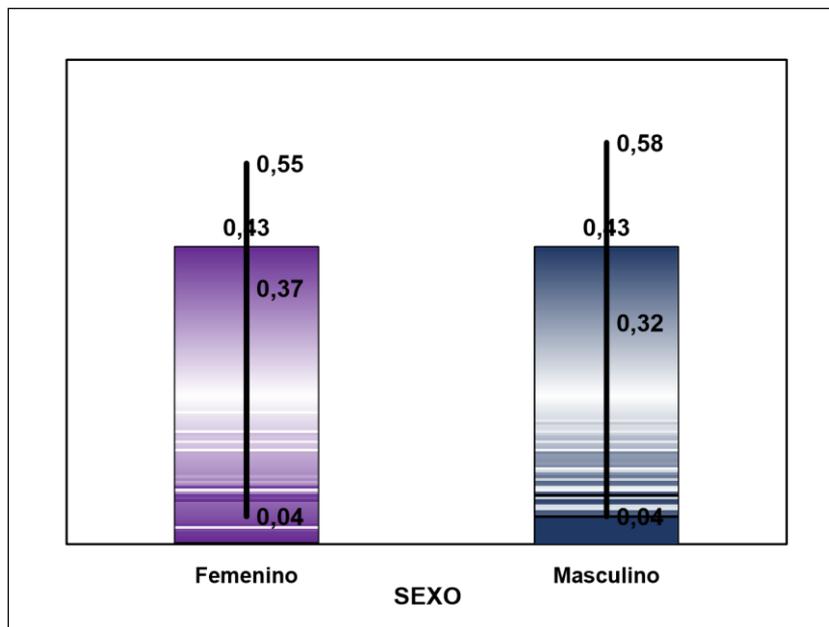


Figura 1. Valores del Índice de grosor parietal relativo según sexos.

Otro estudio, con una gran muestra de 2 352 deportistas olímpicos, durante un periodo de 10 años⁷, informa que las mujeres, tuvieron índices h/R de 0.35 ± 0.02 y los hombres 0.37 ± 0.03 , con diferencias altamente significativas entre sexos ($p < 0.001$). Esos resultados indican que en ese momento los deportistas estaban recibiendo mayores cargas absolutas y relativas que sus compañeras de disciplina. No obstante, tomando como referencia esos datos, se puede plantear que los integrantes de ambos sexos de la muestra, en el momento en que se realiza el estudio, se encontraban efectuando un trabajo con cargas predominantemente aerobias.

La relación aerobia-anaerobia del entrenamiento recibido por los deportistas es el factor determinante del comportamiento del índice h/R, observado. En la Figura 2, puede llamar la atención que no se observen diferencias entre los valores promedios y la desviación típica de los representantes de ambos sexos. Independientemente de la superioridad de los volúmenes e intensidades de las cargas aplicadas a los hombres y expresadas en las mediciones del tiempo transcurrido y la distancia recorrida, es necesario tener presente que la mayor robustez de los mismos introduce un factor de equivalencia en el esfuerzo realizado. Ello pudiera ser el factor responsable de la alta semejanza de estos resultados en los sujetos de ambos sexos.

Con el inicio de la preparación general termina el breve reposo de los remeros y comienzan a aplicarse las cargas de mayor predominio aerobio (intensidad 2 y volumen 5). Teniendo en

cuenta lo ya señalado, los valores del índice registrados en este momento, pudieran ser considerados como paradójicos, pero el hecho de que aún se deben mantener los altos niveles de potencia anaerobia, cercanos a los alcanzados para la reciente competencia fundamental puede ser la causa de tal comportamiento. No obstante, este es un aspecto cuyo estudio merece continuarse para tener el mayor acierto posible de la aplicación de esta experiencia en la preparación de los remeros.

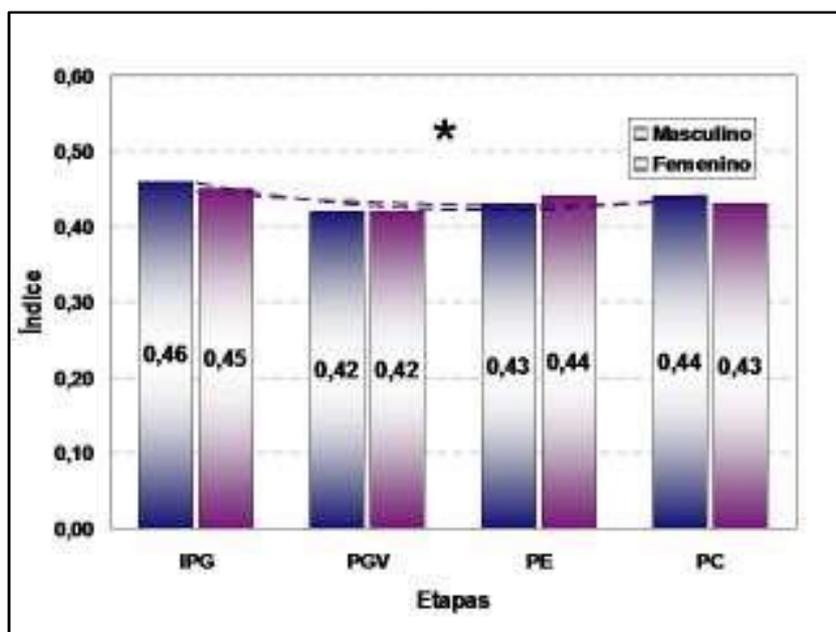


Figura 2. Índice de grosor parietal relativo (h/R)

según etapas de preparación. Diferencia significativa: $p \leq 0.05$.

Al repetirse el estudio durante la preparación especial variada (PEV) se comienza a registrar el impacto del predominio aeróbico del trabajo del nuevo macrociclo y, en consecuencia, el índice h/R desciende a sus valores más bajos sin salir del rango anaerobio de sus valores.

Este índice generalmente se mantiene entre 0.32 y 0.40 en grandes muestras de deportistas de diferentes disciplinas y con frecuencia es significativamente superior en los sujetos que combinan el entrenamiento de resistencia con el de la fuerza en altas proporciones.

En una muestra de sujetos que se entrenaban en deportes de resistencia⁸ se reportan índices h/R de 0.37 ± 0.05 en los esquiadores; mientras que los corredores de campo travesía nórdicos alcanzaron índices valores de 0.41 ± 0.03 y los entrenados en el biatlón, deporte de superior demanda anaerobia presentaron índices de valores en el rango de 0.41 ± 0.04 .

En jugadores de balonmano adultos de élite⁹ se reportaron índices h/R de 0.36 ± 0.06 ; estos datos se encuentran en los límites de predominio aerobio-anaerobio. En el estudio citado⁷, realizado con 2 352 deportistas de nivel Olímpico, se observaron valores de 0.35 ± 0.02 en los

deportistas que entrenaban en disciplinas de destreza; en los representantes de deportes que requieren potencia y los mixtos, los valores fueron de 0.37 ± 0.03 . En participantes en deportes de resistencia a la fuerza, el índice fue de 0.37 ± 0.03 con diferencias de muy alta significación, que indican lo heterogénea de esa muestra.

La repercusión fisiológica de las fluctuaciones en los volúmenes e intensidades del trabajo que tiene lugar a lo largo del macrociclo, en los remeros que integraron la muestra de este estudio, se mantiene en un rango completamente anaerobio. El mismo se relaciona por completo con las características metabólicas de las cualidades y capacidades que más se trabajan y desarrollan en este deporte durante toda la preparación.

Resulta interesante el hecho de que el resultado que se presenta refleje un entrenamiento acentuadamente anaerobio, valores que no coinciden con los de la preparación aerobia, supuestamente determinante para el desempeño exitoso del remero. Este resultado se corresponde con las particularidades del desempeño, cuyo éxito está condicionado por la rapidez, cualidad motriz relacionada con el engrosamiento de las paredes ventriculares.

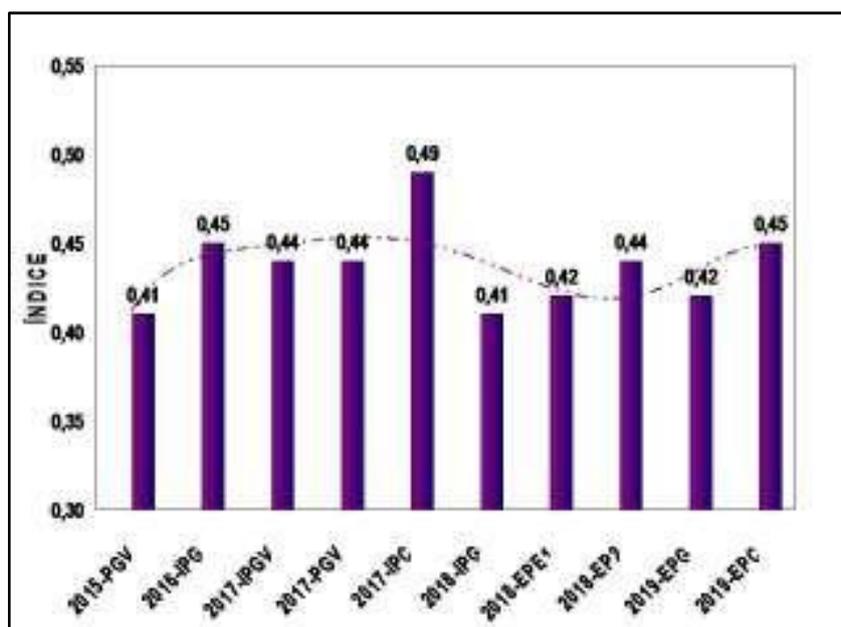


Figura 3. Valores del índice h/R según etapas y años (macrociclo) de preparación.

Las fluctuaciones observadas en la magnitud del índice h/R, constituye una de las consecuencias del impacto del entrenamiento deportivo de resistencia en la remodelación cardíaca. Los cambios que sufre esta variable a lo largo del macrociclo, son evidencias de su sensibilidad como indicador de este tipo de preparación (Figura 3). De igual modo se observa

la huella que deja en esta variable la acumulación de los efectos de la práctica deportiva a largo plazo, fenómeno que se hace más manifiesto en los remeros de mayores edades deportivas. En la actualidad se dispone de escasa información de las exigencias metabólicas, durante las diferentes etapas de preparación y más aún acerca del comportamiento del índice h/R y sus fluctuaciones a lo largo del macrociclo, como posible indicador cardiovascular. Por tal motivo, las observaciones de esta investigación ofrecen una guía para la profundización en el estudio del efecto cardiovascular del entrenamiento de remo a corto y largo plazo, como también se puede apreciar en la Figura 4, al comparar las variaciones del índice de grosor parietal relativo (h/R) con tendencia a disminuir según los años de edad deportiva.

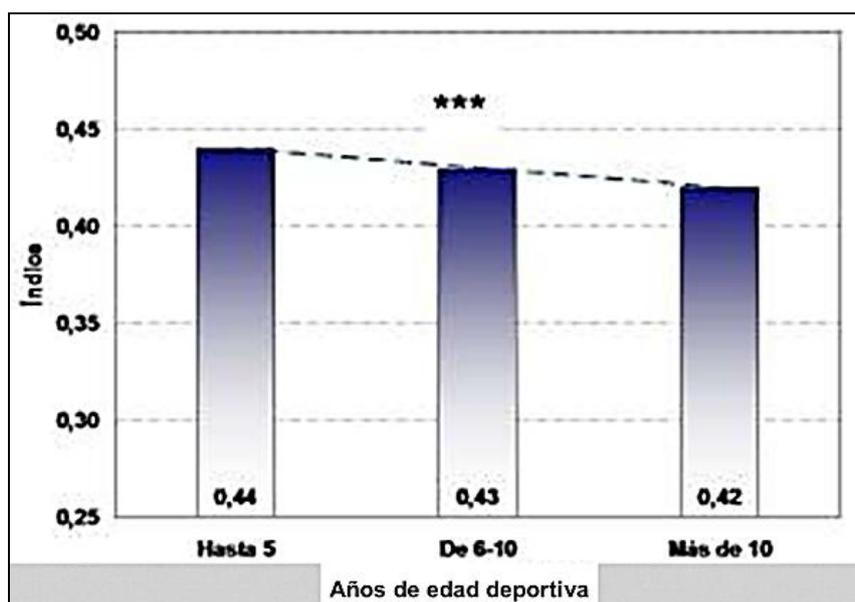


Figura 4. Índice de grosor parietal relativo (h/R) según edades deportivas. Diferencias significativas $p \leq 0.001$.

CONCLUSIONES

Las observaciones de los cambios en los valores del índice h/R constituyen evidencias de su sensibilidad como indicador de la remodelación cardíaca en los remeros de alta calificación y del aumento de sus potencialidades en respuesta a las características metabólicas del entrenamiento realizado. Esos cambios ponen de manifiesto la existencia de una huella dependiente del tiempo dedicado a la actividad deportiva y la intensidad del trabajo realizado, que se manifiesta con variaciones consecuentes en cada etapa de preparación y se mantiene en cierta medida, a lo largo de la vida deportiva. Se demuestra la idoneidad del índice de Grosor Parietal Relativo para la evaluación cardiovascular y del estatus metabólico

relacionado con el entrenamiento aerobio y anaerobio recibido, así como la relación entre ambos componentes. Revisado en sentido general en esta investigación, hace evidente la conveniencia de profundizar en el estudio, del grosor parietal relativo para obtener mayor efectividad del control médico del entrenamiento de este deporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Lang RM, Badano L, Mor Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Voigt J. Recomendaciones para la cuantificación de las cavidades cardiacas por ecocardiografía en adultos: Actualización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y de la Asociación Europea de Imagen Cardiovascular. *J Am SocEchocardiogr.* 2015;28(1):1-39.
- 2-Gao WD, Nuuttila OP, Fang HB, Chen Q & Chen X. A New Fitness Test of Estimation VO₂max in Well-Trained Rowing Athletes. *Frontiers in Physiology.* 2021.12,701541. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.701541>
- 3-Adea JE, Leonor RM, Lu CH, Lin LC, Wu M, Lee KT, Lin YS, Chang SH, Hung KC, Lin FC, Hsieh IC, Chu PH, Wen MS, Wu VC & Wang CL. Sport disciplines and cardiac remodeling in elite university athletes competing in 2017 Taipei Summer Universiade. *Medicine.* 2020;99(45): e23144. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023144>
- 4-Boraita A, Díaz González L, Valenzuela PL, Heras ME, Morales Acuna F, Castillo García A, Lucia MJ, Suja P, Santos Lozano A & Lucia A. Normative Values for Sport-Specific Left Ventricular Dimensions and Exercise-Induced Cardiac Remodeling in Élite Spanish Male and Female Athletes. *Sports Medicine-Open.* 2022; 8(1):116. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00510-2>
- 5-Manzini JL. Declaración de Helsinki: Principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos. *Acta bioethica.* 2000;6(2):321-334. <https://doi.org/10.4067/S1726-569X2000000200010>
- 6-Penichet Tomas A, Pueo B, Selles Pérez S & Jiménez Olmedo JM. Analysis of Anthropometric and Body Composition Profile in Male and Female Traditional Rowers. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021;18(15):7826. <https://doi.org/10.3390/ijerph18157826>
- 7-Pelliccia A, Adami PE, Quattrini F, Squeo MR, Caselli S, Verdile L, Maestrini V, Di Paolo F, Pisicchio C & Ciardo R. Are Olympic athletes free from cardiovascular diseases?

Systematic investigation in 2352 participants from Athens 2004 to Sochi 2014. *British Journal of Sports Medicine*, 2017. 51(4):238-243. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096961>

8-Zimmermann P, Schöffl I, Schöffl V, Zimmermann L, Eckstein ML, Moser O & Wüstenfeld J. Physiological Effects of Training in Élite German Winter Sport Athletes: Sport Specific Remodeling Determined Using Echocardiographic Data and CPET Performance Parameters. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2022;9(8):235. <https://doi.org/10.3390/jcdd9080235>

9-Agrebi B, Tkatchuk V, Hlila N, Mouelhi E & Belhani A. Impact of specific training and competition on myocardial structure and function in different age ranges of male handball players. *PloSOne*. 2015;10(12): e0143609. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143609>

Declaración de Autoría

-María Evelina Almenares Pujadas: idea del estudio e interpretación de los ecocardiogramas, redacción y versión final del manuscrito para su publicación.

-Jesús Orta Miranda: realizó los ecocardiogramas, análisis e interpretación.

-Rita María Martínez La Rosa: aportes a la idea del estudio, a la recogida y análisis de datos.

-Diana Torres López: participó en la redacción del manuscrito y aprobó su versión final para la publicación.

Declaración de Conflicto de Interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.