

Original

Valoración de las dimensiones lineales y parámetros de función del ventrículo derecho en remeros

Juan Acosta-Martínez^{a,*}, José E. López-Haldón^a, Jaime Nevado-Portero^a,
Juan de Dios Beas^b y Ángel Martínez-Martínez^a

^a Área del Corazón, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

^b Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 10 de febrero de 2013

Aceptado el 15 de julio de 2013

On-line el 18 de diciembre de 2013

Palabras clave:

Remodelado

Ventrículo derecho

Remeros

RESUMEN

Introducción: El entrenamiento intensivo ocasiona remodelado del corazón. Este es mayor en disciplinas deportivas que combinan ejercicio de fondo con ejercicio resistivo, como el remo. Las modificaciones que sufre el ventrículo derecho (VD) en deportistas de élite han sido escasamente estudiadas. Este estudio trata de definir las características del remodelado del VD en una población de remeros de élite frente a población control.

Método: Se analizaron mediante ecocardiografía dimensiones lineales (diámetro telediastólico basal [DTDVDbasal], medio [DTDVDmedio], longitudinal [DTDVDlongitudinal], área telediastólica y telesistólica y diámetros proximal y distal del tracto de salida [TSVD]), y parámetros de función del ventrículo derecho en 33 remeros de élite y en 25 individuos controles.

Resultados: Los remeros mostraron dimensiones significativamente mayores del VD y disbalanceadas respecto a las del izquierdo VI (relación VI/VD $1,16 \pm 0,1$ en remeros vs $1,33 \pm 0,1$ en controles; $p = 0,001$): DTDVDbasal ($45,6 \pm 4,5$ vs $38,5 \pm 5,7$ mm; $p < 0,001$), DTDVDmedio ($38,3 \pm 4,8$ vs $34,6 \pm 6,1$ mm; $p = 0,002$), diámetro distal del TSVD ($21,6 \pm 3,3$ vs $19,7 \pm 2,4$ mm; $p = 0,047$), área telediastólica ($28,4 \pm 4,5$ vs $22 \pm 5,3$ cm²; $p < 0,001$) y telesistólica ($14,8 \pm 3$ vs $10,7 \pm 2,8$ cm²; $p < 0,001$). No hubo diferencias significativas en las dimensiones del TSVD proximal ni en los parámetros de función de VD.

Conclusiones: La práctica de remo se asocia a remodelado del VD. El diámetro proximal del TSVD es el parámetro menos afectado, y podría ser de utilidad para distinguir entre el remodelado de VD propio del corazón de atleta de miocardiopatías con dilatación de cavidades derechas.

© 2013 SAC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Assessment of right ventricle linear dimensions and function parameters in rowers

A B S T R A C T

Introduction: Intensive physical training leads to heart remodeling. This is more significant in sports disciplines that achieve both high static and dynamic components, like rowing.

Keywords:

Remodeling

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: juan.acostamartinez@yahoo.es (J. Acosta-Martínez).

1889-898X/\$ – see front matter © 2013 SAC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.carcor.2013.07.003>

Right ventricle
Rowers

Right ventricular (RV) remodeling in top-level athletes is not well known. This study aims to identify the characteristics of RV remodeling in a cohort of rowers.

Method: Right ventricle (RV) linear dimensions (basal end-diastolic diameter [RVEDDbasal], mid cavity end-diastolic diameter [RVEDDmc], longitudinal end-diastolic diameter [RVEDD-long], end-diastolic and end-systolic areas, and proximal and distal RV outflow tract [RVOT] diameters) and parameters of RV function were assessed by Doppler echocardiography in 33 top-level rowers and in 25 young controls.

Results: RV dimensions were significantly higher in rowers: RVEDDbasal (45.6 ± 4.5 vs 38.5 ± 5.7 mm; $P = .001$), RVEDDmc (38.3 ± 4.8 vs 34.6 ± 6.1 mm; $P = .002$), RVOT distal diameter (21.6 ± 3.3 vs 19.7 ± 2.4 mm; $P = .047$), end-diastolic area (28.4 ± 4.5 vs 22 ± 5.3 cm²; $P < .001$) and end-systolic area (14.8 ± 3 vs 10.7 ± 2.8 cm²; $P < .001$). No significant differences were found either in RVOT proximal diameter or in RV function parameters. The LV:RV ratio was significantly lower in rowers (1.16 ± 0.1 vs 1.33 ± 0.1 ; $P = .001$)

Conclusions: Intensive rowing training induces an imbalanced RV remodeling. RVOT proximal diameter showed no significant difference between rowers and controls. Therefore, RVOT diameter could be useful in order to distinguish between right ventricular physiological adaptations to exercise and cardiomyopathies causing RV enlargement.

© 2013 SAC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El entrenamiento intensivo ocasiona remodelado del corazón, consistente en el aumento de la dimensión de las cavidades cardíacas y de la masa miocárdica, situación que se ha dado en llamar «corazón de atleta»¹. Este remodelado se produce como respuesta a la adaptación cardiovascular al ejercicio y comprende una serie de mecanismos centrales y periféricos que operan a niveles estructurales, metabólicos y reguladores. Dicha adaptación varía según el tipo de actividad física². Este remodelado es más marcado y prevalente en aquellas disciplinas deportivas que combinan ejercicio dinámico (aeróbico, isotónico) con ejercicio estático (isométrico, anaeróbico), como el ciclismo y el remo^{1,3}.

En comparación con las cavidades izquierdas, las modificaciones que sufren las cavidades derechas en deportistas de élite han sido escasamente investigadas. Los escasos estudios sobre remodelado del ventrículo derecho (VD) en atletas muestran resultados contradictorios, ya que algunos indican que el aumento de las dimensiones del VD es balanceado respecto al ventrículo izquierdo (VI)⁴, mientras que otros señalan que es más notorio en el primero⁵.

Se ha comprobado que el VD tras un ejercicio intenso puede sufrir alteraciones agudas en su estructura y función más acusadas que las que ocurren en el VI^{6,7}. Se ha postulado que esto es debido a que el ejercicio intenso impone un estrés parietal desproporcionado al VD⁸.

La práctica de deporte de competición se asocia a un mayor riesgo de muerte súbita, que llega a ser hasta 2,5 veces más probable en atletas respecto a no atletas⁹. En deportistas menores de 35 años la miocardiopatía hipertrófica y las anomalías coronarias son las cardiopatías estructurales subyacentes más frecuentemente asociadas a muerte súbita¹⁰. No obstante, en algunos países como Italia la displasia arritmogénica del VD (DAVD) ocupa el primer lugar entre las causas de muerte súbita en atletas¹¹. Por otro lado, se ha comunicado una asociación en atletas entre la presencia de arritmias ventriculares y la dilatación y disfunción del VD¹². La dilata-

ción de cavidades derechas y la reducción de los índices de función sistólica del VD son hallazgos bastante frecuentes en atletas¹²; si bien no están claramente establecidos los criterios que permitan distinguir entre el remodelado fisiológico propio de un individuo deportista y miocardiopatías como la displasia arritmogénica del VD. En el año 2010 ha sido publicada una actualización de los criterios diagnósticos de DAVD, en la que las dimensiones y la función sistólica del VD son por primera vez señaladas con puntos de corte concretos¹³. No obstante, los puntos de corte considerados en los criterios diagnósticos de DAVD han sido establecidos con el objeto de ser aplicados a la población general, por lo que su validez en atletas de competición puede ser objeto de controversia, ya que en estos la dilatación de cavidades derechas no necesariamente constituye un hallazgo patológico.

Por todo lo expuesto la cuantificación de las dimensiones y función del VD han de formar parte de la sistemática de evaluación mediante ecocardiografía de aquellos atletas con sospecha de cardiopatía.

Este trabajo tiene como objetivos: a) determinar en una población de deportistas de élite remeros las dimensiones y los parámetros de función del VD y compararlos con los establecidos por las nuevas guías y con los de una población de sujetos no deportistas habituales coincidentes en edad y sexo; b) definir las características de la adaptación del VD a la práctica de deporte de competición, y c) identificar parámetros que permitan diferenciar la adaptación fisiológica del VD al ejercicio de miocardiopatías como la DAVD.

Métodos

Muestra

Se seleccionaron 33 remeros de alta competición y 25 individuos controles, no deportistas habituales, con una distribución de edad, superficie corporal y sexo similar a la de los atletas. La existencia de antecedentes de cardiopatía estructural se consideró criterio de exclusión. Aquellos sujetos en los que se documentó alguna alteración o anomalía claramente

patológica durante la exploración ecocardiográfica tampoco fueron incluidos en el análisis.

Procedimientos

A todos los sujetos se les realizó una historia clínica, exploración (determinando talla y peso) y un electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones para asegurar la ausencia de cardiopatía, así como un ecocardiograma. Los exámenes se realizaron con un equipo Artida (Toshiba) y se almacenaron en formato DICOM 3. Dos observadores analizaron de forma independiente los estudios en una estación de trabajo remota. En todos los sujetos se obtuvieron imágenes 2D desde los planos paraesternal eje largo (PEEL), paraesternal eje corto (PEEC), apical 4-3-2 cámaras y subcostal. Registros de Doppler espectral fueron obtenidos de válvula mitral, tracto de salida de VI, tracto de salida de VD y válvula tricúspide. Igualmente se obtuvieron registros de Doppler tisular del anillo mitral lateral y septal y del tricúspide lateral. La función valvular se analizó a través de imágenes 2D y de Doppler color.

Valoración del ventrículo izquierdo

Los parámetros dimensionales recogidos mediante 2D fueron: diámetros telediastólico y telesistólico en PEEL, grosor anteroseptal, grosor de la pared inferolateral, volumen telediastólico y volumen telesistólico. La función sistólica fue calculada mediante el método de Simpson (fracción de eyección). La velocidad E pico del llenado mitral, el cociente E/A y el ratio E/E' fueron los parámetros empleados para la valoración de la función diastólica.

Valoración del ventrículo derecho

Las dimensiones lineales del VD valoradas fueron: diámetro telediastólico a niveles basal-medio-apical desde plano apical de 4 cámaras (4C), diámetro telediastólico longitudinal desde plano apical 4C, área telediastólica, área telesistólica y diámetro del tracto de salida del VD (TSVD) proximal y distal en el eje corto. Todas estas medidas fueron indexadas por la superficie corporal. Los parámetros de función de VD valorados fueron: TAPSE (*tricuspid annular plane systolic excursion*), Tei-Doppler, Tei-TDI y fracción de acortamiento.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron como media \pm desviación estándar y las categóricas como frecuencias en porcentajes. Las variables cuantitativas se compararon mediante prueba de la t de Student. Todos los valores de p fueron calculados mediante tests de 2 colas, y se consideró significativo un valor de $p < 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 19.0. Para comprobar la variabilidad inter e intraobservador en las medidas del ecocardiograma 9 estudios de la población de atletas y 3 del grupo control fueron cuantificados por 2 operadores independientes y a su vez por el mismo operador en un intervalo de tiempo superior a 15 días. La concordancia se midió mediante el coeficiente de correlación interclases obteniendo un valor de 0,91.

Resultados

Características basales

Todos los sujetos incluidos en el estudio fueron varones. En ninguno de ellos había antecedentes o datos en la exploración o ECG de cardiopatía estructural. En total se analizaron 33 remeros de élite frente a 25 individuos controles. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a edad, talla, peso ni superficie corporal ([tabla 1](#)).

Cavidades izquierdas

Las dimensiones de la AI (diámetro anteroposterior y volumen) fueron significativamente mayores en los remeros ([tabla 2](#)).

No se hallaron diferencias estadísticamente significativas en los diámetros telediastólicos y telesistólicos entre los 2 grupos. En el grupo de remeros se obtuvieron valores significativamente mayores de volumen telediastólico (VTDVI) y volumen telesistólico. Estas diferencias persistieron al indexar los valores por la superficie corporal de los sujetos. Los remeros presentaron igualmente mayores grosores de la pared del VI y de masa del VI calculada a través del método área-longitud. Estos resultados indican la existencia de un remodelado del VI de tipo hipertrofia excéntrica (mayores volúmenes y grosores) en el grupo de remeros ([tabla 2](#)).

Todos los sujetos presentaron una fracción de eyección del VI normal, sin diferencias significativas entre los grupos. Ninguno de los sujetos presentó anomalías segmentarias de la contractilidad.

Todos los sujetos presentaron una función diastólica normal de acuerdo con los resultados obtenidos del análisis del patrón de llenado mitral así como de los registros de Doppler tisular a niveles del anillo mitral septal y lateral ([tabla 2](#)).

Cavidades derechas

Todas las dimensiones analizadas de la AD fueron significativamente mayores en el grupo de remeros respecto a los controles ([tabla 3](#)).

Los remeros presentaron valores significativamente mayores del diámetro telediastólico a nivel tanto basal como medio y longitudinal. En todos los sujetos se analizó el grosor de la pared libre del VD desde el plano subcostal, obteniéndose valores similares en ambos grupos ([tabla 3](#); [fig. 1](#)).

Los remeros presentaron valores significativamente mayores tanto del área telediastólica (área VDTD) como de la telesistólica (área VDTs). No se documentaron diferencias entre los 2 grupos en los parámetros de función del VD valorados ([tabla 3](#)).

En todos los sujetos se realizó la valoración dimensional del TSVD determinando su diámetro a nivel proximal (región infundibular) y distal (anillo valvular pulmonar) desde el plano paraesternal eje corto¹⁴. Al comparar los valores de estos diámetros entre los 2 grupos se obtuvo que los remeros presentaban un diámetro distal significativamente mayor, mientras que no se hallaron diferencias entre los valores del diámetro proximal ([tabla 4](#)).

Tabla 1 – Características basales

	Remeros (n = 33)	Controles (n = 25)	Valor de p
Sexo masculino (%)	100	100	
Edad (años)	21,88 ± 3,89	22,10 ± 2,36	0,785
Talla (cm)	184,40 ± 5,3	185,83 ± 4,9	0,312
Peso (kg)	81,21 ± 8,16	81,29 ± 9,24	0,973
Superficie corporal (m ²) ^a	2,05 ± 0,12	2,04 ± 0,12	0,76
PAS (mmHg)	117,69 ± 11,8	117,18 ± 10,6	0,901
PAD (mmHg)	59,44 ± 7,9	66 ± 6,6	0,019
Frecuencia cardíaca (lpm)	54,51 ± 8,1	67,72 ± 7,9	< 0,001

lpm: latidos por minuto; PAD: presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica).

^a Fórmula superficie corporal: $\sqrt{(\text{peso} \times \text{talla})/3.600}$.

Tabla 2 – Dimensiones lineales de cavidades izquierdas y parámetros de función del ventrículo izquierdo

	Remeros (n = 33)	Controles (n = 25)	Valor de p
Diam AP AI (mm)	39,42 ± 5,75	35,28 ± 4,14	0,01
Vol AI index (ml/m ²)	36,87 ± 10,13	25,1 ± 7,62	< 0,001
DTDVI (mm)	57,76 ± 4,67	50,5 ± 3,38	0,059
DTSVI (mm)	32,94 ± 4,50	32,79 ± 2,97	0,89
VT DVI (ml)	163,2 ± 27,93	129,32 ± 21,81	< 0,001
VTSVI (ml)	59,24 ± 13,45	48,43 ± 7,8	< 0,001
FE (%)	63,25 ± 5,35	61,28 ± 3,34	0,169
Septum (mm)	12,03 ± 1,54	10,45 ± 1,00	< 0,001
Pared inferolateral (mm)	11,68 ± 1,04	9,16 ± 1,16	< 0,001
Grosor máximo (mm)	13,43 ± 1,35	11,61 ± 1,53	< 0,001
Masa VI (g)	221,94 ± 58,95	147,44 ± 31,46	< 0,001
E/A	2,52 ± 0,85	1,73 ± 0,42	< 0,001
E/E' septal	6,74 ± 1,25	6,05 ± 0,98	0,049
E/E' lateral	4,42 ± 0,79	3,97 ± 0,60	0,034

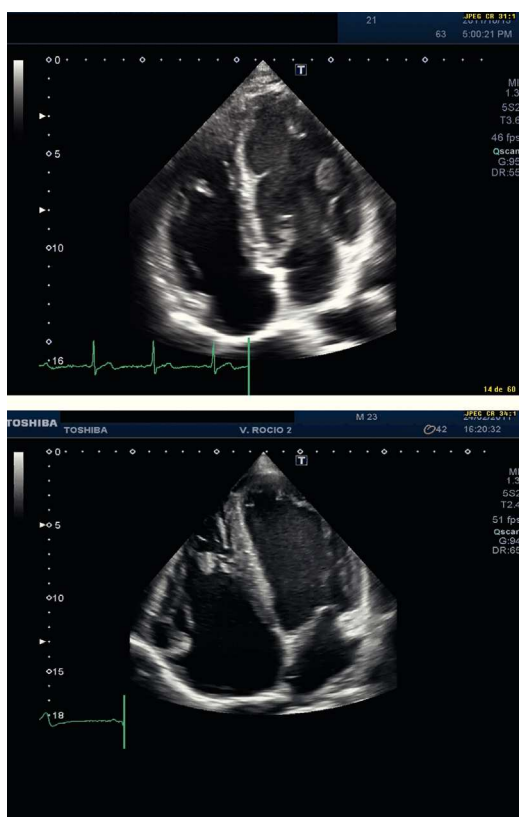
Diam AP AI: diámetro anteroposterior de AI; Index: indexado por superficie corporal; Vol: volumen.

Tabla 3 – Dimensiones lineales de cavidades derechas y parámetros de función del ventrículo derecho

	Remeros (n = 33)	Controles (n = 25)	Valor de p
AD eje mayor (mm)	52,18 ± 5,73	45,89 ± 5,34	< 0,001
AD eje menor (mm)	48,06 ± 6,35	41,05 ± 4,18	< 0,001
AD area (cm ²)	21,60 ± 4,46	16,7 ± 3,28	< 0,001
VD DTD basal (mm)	45,64 ± 4,53	38,53 ± 5,70	< 0,001
VD DTD medio (mm)	38,33 ± 4,83	34,63 ± 6,13	0,002
VD DTD long (mm)	87 ± 8,46	79,47 ± 8,29	0,003
Grosor VD (mm)	6,79 ± 1,38	5,77 ± 1,15	0,064
Área VDTD (cm ²)	28,46 ± 4,56	22,01 ± 5,31	< 0,001
Área VDTS (cm ²)	14,84 ± 3,07	10,75 ± 2,82	< 0,001
Fracción de acortamiento (%)	47,68 ± 7,55	50,61 ± 6,75	0,171
TAPSE (mm)	25,92 ± 3,99	23,7 ± 4,14	0,082
Tei Doppler	0,19 ± 0,07	0,21 ± 0,07	0,46
Tei TDI	0,43 ± 0,11	0,44 ± 0,07	0,9

Tabla 4 – Dimensiones del tracto de salida del ventrículo derecho

	Remeros (n = 33)	Controles (n = 25)	Valor p
Diam TSVD PEEL (mm)	32,87 ± 3,93	33,05 ± 2,99	0,86
Diam TSVD PEEL (index mm/m ²)	16 ± 1,92	15,73 ± 1,68	0,62
Diam Prox TSVD PEEC (mm)	36,30 ± 5,22	35,61 ± 3,38	0,615
Diam Prox TSVD PEEC index (mm/m ²)	17,75 ± 2,76	16,88 ± 2,08	0,49
Diam Distal TSVD PEEC (mm)	21,61 ± 3,39	19,72 ± 2,63	0,047
Diam Distal TSVD PEEC index (mm/m ²)	10,54 ± 1,65	9,47 ± 1,23	0,002



Control
SC: 2 m²

Atleta
SC: 2 m²

Figura 1 – Imágenes de plano apical de 4 cámaras de sujeto control vs remero (abajo). Se aprecia en el atleta un incremento desbalanceado de las dimensiones lineales del VD (véase el texto). Grosor de la pared libre del VD desde el plano subcostal.

Finalmente, para valorar si el incremento de las dimensiones del VD observado en remeros era proporcionado a las igualmente aumentadas dimensiones del VI se valoró el ratio DTDVI/DTDbasalVD como índice de relación VI/VD. El análisis de los resultados reveló que los sujetos remeros presentaban

un índice VI/VD significativamente menor a los de los sujetos controles ($1,16 \pm 0,16$ vs $1,33 \pm 0,17$; $p = 0,02$), lo que indica la existencia de un remodelado desbalanceado del VD respecto al VI en relación con la práctica de remo.

Al comparar los valores obtenidos en las dimensiones lineales de las cavidades derechas en cada uno de los sujetos con los valores de referencia publicados en las últimas guías de valoración del corazón derecho¹⁴ se observó que un 81,82% de los remeros presentaba una o más de las dimensiones lineales de las cavidades derechas por encima del límite superior considerado normal (tabla 5) frente al 28% de los controles.

Seis remeros (21,12%) presentaban al menos una de las dimensiones del TSVD dentro del rango considerado para los criterios ecocardiográficos mayores de DAVD frente al 0% de los controles. En cuanto a los criterios menores, 23 remeros (69,69%) y 8 controles presentaban (33,33%) criterios menores de DAVD (tabla 6). Debemos tener en cuenta que las dimensiones lineales por sí solas no constituyen criterios de DAVD sino que deben asociarse a anomalías regionales de la contractilidad del VD. Considerando esto, ninguno de los individuos incluidos en el estudio reunía criterios ecocardiográficos mayores ni menores de DAVD.

Discusión

Remodelado del ventrículo derecho asociado a la práctica de remo de competición

Los resultados obtenidos de este estudio muestran la presencia de un marcado remodelado del VD asociado a la práctica de remo de competición. De este modo, se ha observado la existencia en remeros de dimensiones lineales significativamente mayores prácticamente a todos los niveles de las cavidades derechas, a excepción del diámetro proximal del TSVD. Estas diferencias persisten tras indexar las medidas por la superficie corporal de los sujetos, lo que indica que son modificaciones no atribuibles a diferencias en las dimensiones corporales y que por tanto podrían ser resultado de la adaptación a la práctica de remo de competición.

Tabla 5 – Dimensiones de las cavidades derechas respecto a límites de normalidad

	VSR (IC 95%)	Remeros con dimensiones > VSR (n/%)	Controles con dimensiones > VSR (n/%)
AD eje mayor (mm)	51-55	11 (33,3)	2 (8)
AD eje menor (mm)	41-46	19 (57,57)	3 (12)
AD área (cm ²)	17-20	16 (48,48)	3 (12)
VD DTD basal (mm)	39-45	16 (48,48)	2 (8)
VD DTD medio (mm)	30-41	7 (21,21)	2 (8)
VD DTD long (mm)	80-91	11 (33,3)	2 (8)
Área VDTD (cm ²)	24-27	17 (51,5)	2 (8)
Área VDTS (cm ²)	13-15	10 (30,3)	1 (4)
Diam Prox TSVD (mm)	31-39	10 (30,3)	3 (12)
Diam Dist TSVD (mm)	22-32	0 (0)	0 (0)
0 parámetros aumentados (n)		6 (18,18)	18 (72)
1 parámetro aumentado (n)		4 (12,12)	2 (8)
2 parámetros aumentados (n)		2 (6,06)	0 (0)
3 o más parámetros aumentados (n)		21 (63,63)	5 (20)

«Outliers»: individuos con valor de la variable superior al límite superior del intervalo de confianza del VSR; VSR: valor superior de referencia.

Tabla 6 – Criterios ecocardiográficos de displasia arritmogénica del ventrículo derecho

	Remeros, n (%)	Controles, n (%)
Criterios mayores		
Acinesia/discinesia regional VD o aneurisma VD y alguno de los siguientes:	0	0
PEEL TSVD > 32 mm (19 mm/m ²)	3 (9,09)	0
PEEC TSVD > 36 mm (21 mm/m ²)	4 (12,12)	0
FAC < 33	1 (3,03)	0
Total	7 (21,12)	0
n con un criterio mayor	6 (18,18)	
n con 2 criterios mayores	1 (3,03)	
Criterios menores		
Acinesia/discinesia regional VD y alguno de los siguientes	0	0
PEEL TSVD 29-32 mm (16-19 mm/m ²)	17 (51,51)	8 (33,33)
PEEC TSVD 32-36 mm (18-21 mm/m ²)	12 (36,36)	8 (33,33)
FAC 33-40	5 (15,15)	1 (4,10)
Total	23 (69,69)	8 (33,33)
n con un criterio menor	15 (45,45)	7 (28)
n con 2 criterios menores	8 (24,24)	1 (4,10)

Al correlacionar las dimensiones del VD con las del VI a través del cociente DTDVI/DTDbasalVD se obtuvo un valor de este cociente significativamente menor en los remeros, lo que indica un remodelado no balanceado debido a un incremento más marcado de las dimensiones del VD respecto al VI entre los remeros. Estos resultados concuerdan con lo publicado en trabajos previos^{5,8}, e indican una mayor susceptibilidad del VD a sufrir alteraciones en su estructura en relación con la práctica de deporte de competición. Estas modificaciones estructurales en el VD no se tradujeron en nuestra serie en una repercusión funcional relevante, ya que los parámetros de función del VD se mantuvieron dentro de la normalidad en el grupo de remeros.

Validez de los límites de referencia actuales

Una proporción importante de remeros exhibían dimensiones lineales del VD y AD por encima de los límites superiores de referencia considerados por las últimas guías de valoración de cavidades derechas¹⁴. Es importante destacar que estas guías establecen límites de referencia para las dimensiones lineales del VD y AD sin considerar la superficie corporal del sujeto. Esto constituye una importante limitación de la validez de estas referencias para su aplicación en poblaciones con superficie corporal por encima de la norma como es el caso de nuestra serie. De hecho, una media del 8,3% de los controles presentaba alguna de las dimensiones lineales de las cavidades derechas por encima de los límites superiores considerados normales para las mismas. Este porcentaje es claramente inferior al obtenido en el grupo de remeros (35,45%), lo cual podría atribuirse al remodelado de cavidades derechas derivado del ejercicio. No obstante, este remodelado no ocurre en los individuos controles y pese a ello una proporción no desdeñable presentan dimensiones por encima de rango posiblemente debido a la elevada superficie corporal que se requería para entrar en el estudio. En definitiva, los valores de referencia de normalidad actualmente vigentes podrían no ser aplicables a poblaciones con superficie corporal superior a la de la población general.

La interpretación de las dimensiones lineales así como de los grosores ventriculares en deportistas como los

remeros debe ser muy cuidadosa, ya que de aplicarse los valores de referencia existentes actualmente para la población general podrían ser interpretadas como patológicas. Esto supone un problema de capital importancia debido a que la asociación descrita de muerte súbita en los deportistas de élite hace que dicha discrepancia con los valores de referencia adquiera una especial relevancia. Es importante por tanto disponer de parámetros que nos permitan diferenciar el remodelado fisiológico secundario a la práctica de deporte de miocardiopatías con potencial arritmogénico como la DAVD. Como se ha expuesto anteriormente una proporción destacable de remeros, así como otra no desdeñable de controles, presentaban dimensiones del TSVD consideradas patológicas según las últimas recomendaciones de diagnóstico de DAVD. En este caso, los límites establecidos para considerar dichas medidas como criterios diagnósticos están indexados según la superficie corporal, lo que favorece la aplicación de los mismos en nuestra serie. Sin embargo, la elevada tasa de remeros de nuestra serie que superan esos límites debe hacer surgir la duda acerca de si esta clase de individuos (deportistas de competición) están suficientemente representados o considerados en estas guías.

En este estudio, el grupo de remeros presentaba dimensiones lineales del VD significativamente mayores a las del grupo control prácticamente a todos los niveles a excepción del TSVD proximal, para el que no se hallaron diferencias significativas entre los grupos. Por lo tanto, esto podría señalar que el remodelado del VD en los remeros no induce modificaciones a nivel del TSVD, por lo que podríamos utilizar la medida del diámetro del mismo para discriminar entre adaptación fisiológica al ejercicio y miocardiopatías que involucren el VD.

Limitaciones

Este estudio presenta varias limitaciones: a) solo han sido incluidos varones; b) no se han considerado otras disciplinas deportivas diferentes al remo, por lo que los resultados no son extrapolables, y c) serían necesarios estudios con un mayor tamaño muestral para confirmar los hallazgos.

Conclusión

En nuestra serie la práctica de remo de competición se asoció a remodelado de todas las cavidades cardíacas, aunque más acusado a nivel ventricular en el VD (disbalanceado), sin repercusión significativa sobre la función ventricular.

El tamaño del VD en muchos de los remeros de nuestra serie supera los límites establecidos en las guías por lo que es preciso definir rangos de «normalidad» aplicables a poblaciones de deportistas con series más amplias.

La ausencia de diferencias en el diámetro del TSVD proximal entre remeros y controles indica que se trata de un parámetro no afectado por el remodelado inducido por el ejercicio, por lo que podría constituir un parámetro de utilidad para discriminar entre remodelado fisiológico asociado al ejercicio y miocardiopatías con afectación del VD.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Henschen S. Skilanglauf und skiwettlauf: eine medizinische sportstudie. *Mitt Med Klin Upsala (Jena)*. 1899;2:15-8.
2. Maron BJ. Distinguishing hypertrophic cardiomyopathy from athlete's heart physiological remodelling: Clinical significance, diagnostic strategies and implications for preparticipation screening. *Br J Sports Med*. 2009;43:649-56.
3. Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: Cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation*. 2006;114:1633-44.
4. Scharhag J, Schneider G, Urhausen A, et al. Athlete's heart: Right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2002;40:1856-63.
5. Aaron CP, Tandri H, Barr RG, et al. Physical activity and right ventricular structure and function: The MESA-Right Ventricle Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;28:345-53.
6. La Gerche A, Connelly KA, Mooney DJ, et al. Biochemical and functional abnormalities of left and right ventricular function after ultra-endurance exercise. *Heart*. 2008;94:860-6.
7. Mousavi N, Czarnecki A, Kumar K, et al. Relation of biomarkers and cardiac magnetic resonance imaging after marathon running. *Am J Cardiol*. 2009;103:1467-72.
8. la Gerche A, Heidbüchel H, Burns AT, et al. Disproportionate exercise load and remodeling of the athlete's right ventricle. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 Nov 11.
9. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, et al. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42:1959-63.
10. Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, et al. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA*. 1996;276:199-204.
11. Corrado D, Basso C, Schiavon M, et al. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *N Engl J Med*. 1998;339:364-9.
12. Ector J, Ganame J, van der Merwe N, et al. Reduced right ventricular ejection fraction in endurance athletes presenting with ventricular arrhythmias: A quantitative angiographic assessment. *Eur Heart J*. 2007;28:345-53.
13. Marcus FI, McKenna WJ, Sherrill D, et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the Task Force Criteria. *Eur Heart J*. 2010;31:806-14.
14. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: A report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:685-713.