

Valores ecocardiográficos de referencia de las cavidades derechas en una población sana

Reference Values for Right-Sided Heart Chambers by Echocardiography in a Healthy Population

ARACELI B. SEGOVIA¹, GISELA M. KILLINGER¹, LAURA GARATE¹, NINA SALINAS¹, DIEGO MANENTE¹, JUAN M. FILIPUZZI¹, CARLOS A. RODRÍGUEZ CORREA²

RESUMEN

Introducción: La evaluación de las cavidades cardíacas derechas es de gran importancia diagnóstica y pronóstica en diversas patologías. Sin embargo, existen pocos datos bibliográficos acerca de los valores de referencia de sus dimensiones así como de la función del ventrículo derecho.

Objetivo: Nuestro objetivo fue establecer dichos valores, identificar diferencias asociadas al sexo y a variables antropométricas y evaluar la variabilidad inter- e intraobservador en su determinación.

Material y métodos: Se incluyeron prospectivamente personas sanas ≥ 16 años, de ambos sexos. Se aplicaron estrictos criterios de exclusión. Se realizó la evaluación ecocardiográfica con múltiples mediciones de cavidades derechas y la estimación de la variabilidad inter- e intraobservador en un subgrupo de 40 personas.

Resultados: Se incluyeron 438 personas, el 55,2% ($n = 242$) fueron hombres. La media de edad fue 34 ± 9 años. Las variables analizadas mostraron diferencias significativas entre hombres y mujeres, que persistieron al indexarlas a superficie corporal. La fuerza de concordancia para la variabilidad interobservador fue excelente ($CCI > 0,75$) en el 50% de las variables estudiadas, regular a buena ($CCI 0,4$ a $0,75$) en el 47,4% y pobre ($CCI < 0,4$) en el 2,6%. La concordancia intraobservador fue excelente en el 54,8% de las variables, regular a buena en el 42,8% de ellas y pobre en el 2,4%.

Conclusión: Presentamos valores de referencia para la evaluación de las cavidades derechas. Las diferencias observadas entre sexos y según la superficie corporal hacen necesaria su discriminación acorde con dichos parámetros en la práctica diaria. La concordancia interobservador e intraobservador fue excelente a buena en la mayoría de las variables estudiadas.

Palabras claves: Función ventricular derecha - Ventriculos derecho - Atrios cardíacos - Ecocardiografía - Superficie corporal - Sexo

ABSTRACT

Background: The evaluation of right-sided heart chambers is extremely important for the diagnosis and prognosis of different conditions. However, there is little information in the bibliography about the reference values of the right-sided heart chambers dimensions and right ventricular function.

Objective: The aim of this study was to establish the reference values of the right-sided heart chambers, to identify the differences associated with sex and anthropometric variables and to evaluate the interobserver and intraobserver variability in determining these values.

Methods: The study included healthy men and women ≥ 16 years. Strict exclusion criteria were applied. A subgroup of 40 people underwent multiple measurements of the right-sided heart chambers and interobserver and intraobserver variability was estimated.

Results: A total of 438 persons were included; 55.2% ($n=242$) were men. Mean age was 34 ± 9 years. There were significant differences in the variables analyzed between men and women that persisted after they were indexed to body surface area. Interobserver concordance ($ICC > 0.75$) was excellent in 50% of the variables evaluated, fair to good ($ICC 0.4$ to 0.75) in 47.4% and poor ($ICC < 0.4$) in 2.6%. Intraobserver concordance was excellent in 54.8% of the variables, fair to good in 42.8% and poor in 2.4%.

Conclusion: The reference values for the evaluation of right-sided heart chambers are presented. The differences observed between sexes and related to body surface area emphasize the need for discriminating according to these parameters in daily practice. Interobserver and intraobserver concordance was excellent to good in most of the variables analyzed.

Key words: Ventricular Function, Right - Heart Atria - Heart Ventricles - Echocardiography - Body Surface Area - Sex

REV ARGENT CARDIOL 2018;86:423-429. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v86.i6.13780>

Recibido: 07/09/2018 - Aceptado: 30/10/2018

Dirección para separatas: Araceli B. Segovia. Centro Rossi. Beruti 2853 - (C1425BBG) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
e-mail: asegovia@cdrossi.com

¹ Médico, Staff. Sección Ecocardiografía Centro Rossi, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

² Médico, MBA. Jefe Sección Cardiología Centro Rossi, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
Servicio de Ecocardiografía, Centro Rossi, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

INTRODUCCIÓN

Las cavidades derechas tienen un importante valor pronóstico (1, 2) en diversas patologías, como las cardiopatías congénitas (3), la hipertensión pulmonar (4), la insuficiencia cardíaca (5), la displasia arritmogénica del ventrículo derecho (6) y el tromboembolismo de pulmón. (7) Por tal motivo, la determinación de sus dimensiones y su función es fundamental para el diagnóstico y el seguimiento de estos pacientes. (8, 9) A pesar de ello, estos datos son escasos en la literatura en comparación con los de las cavidades izquierdas. (10, 11)

Si bien la resonancia nuclear magnética es el método de elección para la evaluación de estas cavidades (12), el ecocardiograma se emplea con mayor frecuencia por ser un método más accesible y de menor costo. La compleja anatomía de estas cavidades y la ubicación anterior y retroesternal del ventrículo derecho generan dificultades en la evaluación ecocardiográfica y una significativa variabilidad en las mediciones derivadas de esa modalidad. Por esta razón, se establecieron como objetivos del presente trabajo estimar valores de referencia para las dimensiones de las cavidades derechas y la función sistólica del ventrículo derecho por ecocardiografía en voluntarios sanos, y correlacionar dichos parámetros con el género, la edad y otras variables antropométricas. Dada la complejidad anatómica y las dificultades técnicas mencionadas, se estimó, además, la variabilidad inter- e intraobservador.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población estudiada

Se incluyeron prospectivamente personas sanas de ambos sexos, de 16 años o mayores, que ingresaron a nuestro centro para la realización de una evaluación preventiva de salud. No presentaban antecedentes de enfermedades cardiovasculares ni sistémicas. Al ingreso se les realizó una evaluación clínica, con interrogatorio y examen físico completo, donde se registró la presión arterial, la frecuencia cardíaca, el peso y la altura.

Se calculó la superficie corporal (SC) (13) y el índice de masa corporal (IMC). En todos los casos se realizaron determinaciones de laboratorio, electrocardiograma, prueba ergométrica de 12 derivaciones (PEG), radiografía de tórax y ecocardiograma. Se aplicaron estrictos criterios de exclusión (Tabla 1).

Evaluación ecocardiográfica

Se realizó ecocardiograma Doppler color transtorácico con un equipo Philips Affiniti 50 (Bothell, WA, EE. UU.). Todas las mediciones se realizaron con un transductor S 4-2, empleando segunda armónica y al final de la espiración para evitar movimiento de traslación y artefacto pulmonar. Las dimensiones se estimaron en modo bidimensional de borde interno a borde interno, siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía. (10, 11) En la Tabla 2 se detallan las mediciones específicas realizadas sobre las cavidades derechas, las cuales fueron obtenidas desde la vista de tracto de entrada del ventrículo derecho, eje corto de grandes vasos, 4 cámaras apical y cuatro cámaras subxifoidea. En la vista de cuatro cámaras apical se priorizó la visualización de la pared lateral del VD y del septum interventricular, con la correcta visualización del ápex, evitando el efecto de escorzo.

Variabilidad interobservador e intraobservador

Se estudió la variabilidad inter- e intraobservador en un subgrupo de 40 personas seleccionadas aleatoriamente del grupo de estudio. Dos operadores distintos efectuaron la evaluación. Cada uno realizó la determinación de las variables analizadas de manera ciega, en tiempo 0 y tiempo 1 (tiempo 1:30 días después del tiempo 0), siguiendo la misma metodología que la empleada con la población total. La variabilidad fue determinada por el coeficiente de correlación intraclass (CCI) (14), considerándose la correlación pobre si este valor fue $< 0,4$; buena si fue entre $0,4$ y $0,75$, y excelente si fue $> 0,75$.

Análisis estadístico

Se determinó la distribución de las variables analizadas (normal o gaussiana versus no normal o no gaussiana) con el método Z de Kolmogorov-Smirnov. Los datos de distribución normal se expresaron como media $\pm$ desvío estándar ($M \pm DS$) y los de distribución no normal como mediana y rango intercuartílico. Se compararon las variables cuantitativas continuas normales con el *test t* de Student, y las variables

Criterios de exclusión

Factores de riesgo cardiovasculares: HTA, DBT, DSP, obesidad
Eventos cardiovasculares, deterioro de la función sistólica del ventrículo izquierdo
Valvulopatías (solo se incluyeron la insuficiencia mitral, la tricuspídea y la pulmonar leves)
Cardiopatías no isquémicas
Enfermedades sistémicas o condiciones que generan cambios hemodinámicos
Enfermedad pulmonar/EPOC
HIV - sida
Hipertensión pulmonar
Uso de anorexígenos
Atletas de alto rendimiento
Deformidades de la pared torácica o columna vertebral
Inadecuada ventana ecocardiográfica

DBT: diabetes mellitus, DSP: dislipidemia, EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica. HIV-sida: virus de inmunodeficiencia humana- síndrome de inmunodeficiencia adquirida; HTA: hipertensión arterial, TEP: tromboembolismo de pulmón.

Tabla 1. Criterios de exclusión

Tabla 2. Estandarización de las mediciones ecocardiográficas de las dimensiones del ventrículo derecho, aurícula derecha y función del ventrículo derecho.

Vista	Dimensiones del ventrículo derecho Variable	Especificaciones
Eje corto paraesternal grandes vasos	TSVD1	Fin de diástole- perpendicular al punto central de cierre aórtico
Eje corto paraesternal grandes vasos	TSVD2	Fin de diástole- a 1 cm proximal del plano del anillo P
Eje corto paraesternal grandes vasos	Anillo P	Fin de sístole
Eje corto paraesternal grandes vasos	AP	Fin de sístole- a 1 cm distal del plano del anillo P
4 cámaras apical	Anillo T	Fin de diástole
4 cámaras apical	DVD1	Fin de diástole- diámetro longitudinal desde el plano del anillo al ápex
4 cámaras apical	DVD2	Fin de diástole - unión tercio basal y medio
4 cámaras apical	DVD3	Fin de diástole- unión tercio medio y apical
4 cámaras apical	AFD	Fin de diástole- incluir trabéculas y músculos papilares a la cavidad
4 cámaras apical	AFS	Fin de sístole- incluir trabéculas y músculos papilares a la cavidad
4 cámaras subxifoideo	Espesor VD	Con zoom, fin de diástole a nivel del <i>tip</i> de apertura de VT
Función del ventrículo derecho		
4 cámaras apical	FAA %	Cambio fraccional del área de la cavidad entre diástole y sístole
4 cámaras apical	TAPSE	Excursión sistólica del plano del anillo lateral
4 cámaras apical	VPS tisular	Velocidad pico sistólica por Doppler tisular lateral
Dimensiones de la aurícula derecha		
TEVD	VolAD1	Fin de sístole ventricular- excluir venas cavas y orejuela
4 cámaras apical	DAD1	Fin de sístole ventricular - diámetro mayor
4 cámaras apical	DAD2	Fin de sístole ventricular - diámetro menor
4 cámaras apical	Área AD	Fin de sístole ventricular - planimetría
4 cámaras apical	VolAD2	Fin de sístole ventricular
4 cámaras subxifoideo	VolAD3	Fin de sístole ventricular
Vista subxifoidea	VCI	A 1 cm de la desembocadura de la aurícula derecha

ADF: área de fin de diástole VD; AFS: área de fin de sístole VD; anillo P: diámetro del anillo pulmonar; anillo T: diámetro del anillo tricúspide; AP: diámetro de arteria pulmonar; DAD: diámetro de AD; DVD: diámetro del VD; FAA: fracción de acortamiento del área; TAPSE: excursión sistólica del plano del anillo tricúspide; TEVD: tracto de entrada del VD; TSVD: diámetro tracto de salida del VD; VCI: diámetro de vena cava inferior; VolAD: volumen de AD (método de Simpson modificado); VPS: velocidad pico sistólica; VT: válvula tricúspide.

no paramétricas con el test no paramétrico de Wilcoxon. Las correlaciones (r) entre variables se calcularon con el método de Pearson. Se determinó la variabilidad interobservador e intraobservador con el coeficiente de correlación intraclass (CCI 95%). (14) Se consideró un valor de $p < 0,05$ como significativo. El *software* estadístico utilizado fue SPSS®Statisticbase 20.

RESULTADOS

De marzo de 2014 a enero de 2017, se incluyeron de manera prospectiva 438 personas sanas que ingresaron a nuestro Centro para una evaluación preventiva de salud. De los pacientes incluidos, 242 fueron hombres (55,2%) y la media de edad de la población total fue de $34,3 \pm 9$ años, con un rango de 16 a 64 años. Los datos demográficos se observan en la Tabla 3. El 24% de los pacientes referían ser tabaquistas o exbaquistas, con exclusión del resto de los factores de riesgo cardiovasculares.

En la Tabla 3 se observan los valores de referencia de nuestra población sana. Las variables que mostraron mayor dificultad en su determinación ecocardiográfica fueron el diámetro del anillo pulmonar (AnilloP), esti-

mado en el 94% de los casos; el diámetro de la arteria pulmonar (AP), estimado en el 94,7%, y el volumen de la aurícula derecha (VolAD) desde la vista subxifoidea y desde el tracto de entrada del VD (TEVD), estimados en el 93% y el 97% de los casos, respectivamente. La principal limitación para la obtención de estos datos fue la inadecuada ventana ecocardiográfica en la vista evaluada. Las demás variables se obtuvieron en todos (100%) los pacientes.

En la mayoría de las determinaciones se obtuvieron valores significativamente mayores en los hombres, excepto en el caso del diámetro de la arteria pulmonar (AP), el diámetro transversal del VD en la unión entre el tercio medio e inferior desde la vista de cuatro cámaras apical (DVD3), el espesor diastólico de la pared libre del VD desde la vista subxifoidea y el VolAD3 medido en el TEVD, donde no se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres (Figura 1 a-b). Los parámetros de función ventricular derecha y la presión sistólica de la arteria pulmonar tampoco mostraron diferencias significativas entre mujeres y hombres.

Tabla 3. Valores de referencia: población total, hombres y mujeres, e indexados a SC.

Variable	Total	Hombres	Dimensiones del ventrículo derecho Mujeres	Valor p	Total/SC	Hombres/SC	Mujeres/SC	Valor p
TSVD1 (2) (mm)	27 (24-30)	28 (25-31)	25 (23-28)	0,0001	(1)15 ± 2,3	14,6 ± 2	15,6 ± 2	< 0,00001
TSVD2 (1) (mm)	23 ± 3,7	24 ± 3,7	21,7 ± 3	0,0001	(1)12,9 ± 2,1	12,6 ± 2	13 ± 2	< 0,00001
Anillo P(2) (mm)	21 (18-23)	21 (19-24)	20 (18-22)	0,006	(1)11,5 ± 1,9	11 ± 1,9	12 ± 1,78	< 0,00001
AP (2) (mm)	20 (18-22)	20 (18-23)	19 (18-21)	0,23	(1)11,2 ± 2	10,6 ± 1,9	11,9 ± 1,9	< 0,00001
Anillo T (2) (mm)	29 (26-32)	30 (26-33)	27(25-30)	0,0001	(2)16 (14-17,6)	15,7 (13,7-17)	16,7 (15,2-17,9)	0,09
DVD1 (1) (mm)	69,5 ± 8	72 ± 8	66 ± 7,6	0,0001	(1)38,7 ± 4,7	37,5 ± 4	40 ± 4,7	< 0,00001
DVD2(2) (mm)	30 (27-34)	32 (29-36)	28,5 (26-31)	0,001	(1)17 ± 2,9	16,9 ± 3	17,5 ± -2,7	0,028
DVD3 (2) (mm)	21 (17-24)	22 (18-26)	19 (16-22,6)	0,149	(2)11 (9,8-13,7)	11 (9,6-13,6)	11 (9,9-13,7)	0,8
AFD (2) (cm²)	17 (14-20)	18 (16-21)	15 (13-17)	0,0001	(1)9,5 ± 1,8	9,8 ± 1,9	9 ± 1,7	0,001
AFS (2) (cm2)	10 (9-12)	11 (10-13)	9 (7-10)	0,0001	(2)5 (4,6-6,6)	5,7 (4,9-6,8)	5 (4-6)	0,03
Espesor VD (2) mm)	4 (3,7-4,8)	4,2 (3,7-5)	4 (3,6-4,4)	0,063	(1)2 ± 0,4	2,2 ± 0,4	2,4 ± 0,44	< 0,00001
Función VD								
TAPSE (2) (mm)	24 (22-26)	24 (22-27)	24 (21-26)	0,06				
FAA(1) (%)	39,7 ± 6,65	39,2 ± 6,8	40+/-6	0,22				
VPS (2) (cm/s)	13,7 (12-15)	14 (12-15)	13 (12-15)	0,72				
Dimensiones de la AD								
VolAD1 (2) (ml)	40 (33-49)	42(36-53)	37 (30-45)	0,037	(1)23 ± 6	23±6	22,8 ± 6,6	0,5
VolAD2 (2) (ml)	36,9 (30-45)	41,8(34-49)	31 (26-38)	0,05	(1)21 ± 5	22±5	19,8 ± 5	< 0,00001
VolAD3 (2) (ml)	44,5 (35-55)	47(38-57)	41 (32-53)	0,1	(1)25,9 ± 8	25,9±8,5	26 ± 7,9	0,9
DAD1(1) (mm)	43,9 ± 5	45,7±4,7	41,8 ± 4,9	0,0001	(1)24,5 ± 2,8	23,8±2,6	25,5 ± 2,9	< 0,00001
DAD2 (2) (mm)	36 (33-40)	38(35-42)	34 (31-38)	0,0001	(1)20 ± 2,9	19,9±2,7	21 ± 3	< 0,00001
Área AD (2) (cm²)	14(12-16)	15(13-17)	13 (11-14)	0,0001	(1)7,9 ± 1	8±1	7,9 ± 1	0,2
PSAP (1) (mmHg)	23,8 ± 3,5	23,6 ± 3,5	24 ± 3,5	0,61				
VCI (2) (mm)	16 (14-18)	16(14-18)	15 (14-17)	0,01				

(1) Expresado como media ± DS. (2) Expresado como mediana - rango intercuartílico.

AFD: área de fin de diástole; AFS: área de fin de sístole; anillo P: anillo pulmonar; anillo T: anillo tricuspídeo; AP: arteria pulmonar; DAD: diámetro de la aurícula derecha; DVD: diámetro del ventrículo derecho; FAA: fracción de acortamiento del área; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; TAPSE: excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo; TSVD: tracto de salida del ventrículo derecho; VCI: vena cava inferior; VolAD: volumen de la aurícula derecha; VPS: velocidad pico sistólica.

Cuando se evaluó la asociación entre la edad y las variables en estudio, se observó una muy débil correlación en la mayoría de ellas. Sin embargo, la correlación fue moderada, aunque estadísticamente significativa, para la indexación contra el peso, la altura y la superficie corporal (SC), con una pequeña diferencia a favor de esta última. La mejor fuerza de asociación se obtuvo entre la SC y el área de fin de diástole del VD (AFD) ($r = 0,52$; $p = 0,0001$), el área de fin de sístole del VD (AFS) ($r = 0,48$; $p = 0,0001$), el diámetro longitudinal del ventrículo derecho (DVD1) ($r = 0,41$; $p = 0,0001$), el diámetro mayor de la aurícula derecha (DAD1) ($r = 0,46$; $p = 0,0001$), el diámetro menor de la aurícula derecha (DAD2) ($r = 0,4$; $p = 0,0001$), el área de la aurícula derecha ($r = 0,52$; $p = 0,0001$) y el volumen de la aurícula derecha desde la vista 4 cámaras apical (VolAD 2) ($r = 0,49$; $p = 0,0001$).

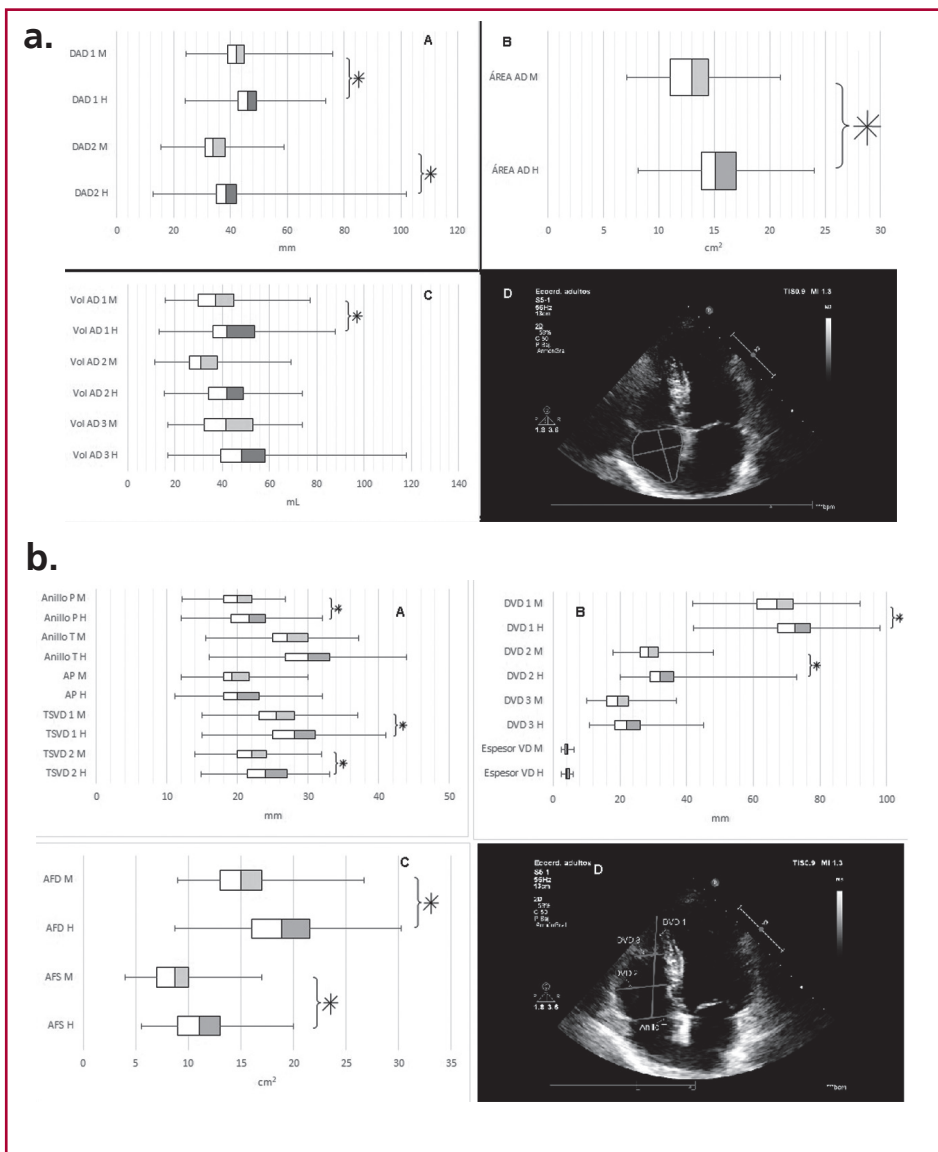
Al ser la SC la variable antropométrica con mejor correlación, en la Tabla 3 se detallan los valores indexados a SC, tanto de la población general como de mujeres y hombres por separado. Al indexar las variables a la SC, en la mayoría de los casos el valor resultó mayor en mujeres, salvo el AFD, el AFS y el VolAD2, cuyos valores indexados fueron mayores en los hombres. No se observaron diferencias entre sexos en el caso de los valores indexados a SC del anilloT, del DVD3, del VolAD1, del volumen de la aurícula derecha desde la vista subxifoidea (VolAD3) y del área de la aurícula derecha.

Respecto del análisis de la variabilidad de la medición, en la mayoría de los parámetros analizados se registró un CCI de bueno (0,4-0,75) a excelente ($> 0,75$), tanto para la variabilidad interobservador como intraobservador (Tabla 4). La mayor variabilidad interobservador se registró en la medición del espesor

Fig. 1.a. Diferencias entre sexos en las dimensiones de la aurícula derecha. **A.** Diámetros mayor y menor de la aurícula derecha. **B.** Área de la aurícula derecha desde la vista de cuatro cámaras. **C.** Volumen 1, 2 y 3 de la aurícula derecha. **D.** Ejemplo de medición de la aurícula derecha desde la vista de cuatro cámaras apical. (*) $p < 0,05$.

Fig. 1.b. Diferencias entre género en las dimensiones y áreas del ventrículo derecho. **A.** Diámetros obtenidos desde la vista eje corto paraesternal grandes vasos y anillo tricuspídeo de 4 cámaras apical. **B.** Diámetros y espesor del ventrículo derecho **C.** área de fin de diástole y fin de sístole del ventrículo derecho. **D.** Ejemplo de medición del ventrículo derecho desde la vista de cuatro cámaras apical. (*) $p < 0,05$.

AFD: área de fin de diástole; AFS: área de fin de sístole; Anillo P: anillo pulmonar; Anillo T: anillo tricuspídeo; AP: arteria pulmonar; DVD1: diámetro del ventrículo derecho 1 (longitudinal); DVD2: diámetro del ventrículo derecho 2 (basal); DVD3: diámetro del ventrículo derecho 3 (1/3 medio-apical); espesor VD: espesor del ventrículo derecho desde la vista subxifoidea; TSVD1: tracto de salida del ventrículo derecho 1; TSVD2: tracto de salida del ventrículo derecho 2. H: hombre; M: mujer.



de la pared libre del ventrículo derecho (CCI 0,34) y el DVD3 (CCI 0,4), seguidos por el AFS (CCI 0,47) y el VolAD3 (CCI 0,48). En cuanto a la variabilidad intraobservador, la estimación del espesor de la pared libre del ventrículo derecho fue el dato con peor correlación intraclase (CCI 0,28).

DISCUSIÓN

La evaluación de la función y las dimensiones de las cavidades derechas constituye un dato fundamental para el diagnóstico y el pronóstico de diversas patologías (1-3), y existe poca exactitud cuando dicha evaluación es realizada de manera cualitativa. (15) Con nuestro trabajo pudimos estimar valores ecocardiográficos de referencia en personas sanas, luego de realizar mediciones estandarizadas a fin de disminuir dicha variabilidad. La diferencia hallada entre mujeres y hombres, así

como la correlación con la SC, sugieren la necesidad de contar con valores indexados y diferenciados por sexo.

Los valores de referencia que obtuvimos en relación con las dimensiones del ventrículo derecho y el volumen de la aurícula derecha en 4 cámaras apical son levemente inferiores que los reportados en las guías de cuantificación de cámaras (11) y en el estudio NORRE (16), si bien debemos considerar que el primer documento citado solo provee valores totales, no diferenciados entre sexos ni indexados a SC, y en el estudio NORRE, las determinaciones de las cavidades derechas fueron las que presentaron mayor variabilidad en su estimación.

En nuestro trabajo, además de las estimaciones que se mencionan en las guías actuales (10, 11), evaluamos la dimensión del anillo tricuspídeo, variable que aporta un importante valor pronóstico en pacientes que son sometidos a cirugía o reparación mitral (17, 18), y los

Tabla 4. Variabilidad interobservador e intraobservador

Variable	Variabilidad interobservador ICC	Variabilidad intraobservador ICC
TSVD1	0,79	0,94
TSVD2	0,52	0,9
Anillo P	0,63	0,6
AP	0,77	0,7
Anillo T	0,8	0,76
DVD1	0,9	0,83
DVD2	0,77	0,72
DVD3	0,4	0,57
AFD	0,8	0,77
AFS	0,47	0,75
Espesor VD	0,34	0,28
TAPSE	0,89	0,72
VPS	0,97	0,82
FAA	0,65	0,63
VolAD1	0,59	0,7
VolAD2	0,68	0,86
VolAD3	0,48	0,64
DAD1	0,84	0,79
DAD2	0,9	0,78
Área AD	0,67	0,91

AFD: área de fin de diástole; AFS: área de fin de sístole; anillo P: anillo pulmonar; anillo T: anillo tricuspídeo; AP: arteria pulmonar; DAD: diámetro de la aurícula derecha; DVD: diámetro del ventrículo derecho; FAA: fracción de acortamiento del área; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; TAPSE: excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo; TSVD: tracto de salida del ventrículo derecho; VCI: vena cava inferior; VolAD: volumen de la aurícula derecha; VPS: velocidad pico sistólica

diámetros del anillo pulmonar y de la arteria pulmonar son fundamentales en el seguimiento de pacientes con cardiopatías congénitas. (19) Realizamos también la estimación de los valores totales e indexados a superficie corporal del tracto de salida proximal y distal del VD, útiles para el diagnóstico de displasia arritmogénica del VD. (6) Contar con parámetros indexados en personas sanas nos permite ser más específicos en el uso de estos criterios para el diagnóstico de dicha patología, sobre todo en poblaciones especiales, como los atletas. (20, 21)

En el estudio MESA (12), que estimó el volumen, la masa y la función del ventrículo derecho por RNM en 4204 voluntarios, así como en el estudio de D'Oronzio y cols. (22), se observó que existen diferencias significativas entre sexos para los parámetros de dimensión de las cavidades derechas, al igual que en nuestro trabajo. En la mayoría de las variables de dimensión analizadas, los valores fueron mayores en los hombres, salvo en el caso de la AP, el DVD3, el espesor del VD y el VolAD3, en los que no se observaron diferencias significativas.

En consonancia con lo comunicado por Willis y cols. (23), en nuestro trabajo las variables de función del VD

no mostraron diferencias entre hombres y mujeres. Este hallazgo contrasta con el del estudio NORRE (16) y el del JAMP (24), en los que las mujeres tuvieron valores de fracción de acortamiento del área del ventrículo derecho mayor que los hombres.

Cuando se estudia la correlación de la edad con las dimensiones y la función de las cavidades derechas, se observa una tendencia significativa al aumento de los parámetros de función y la disminución del tamaño de las cavidades. (12, 16, 25) Sin embargo, en nuestro estudio no observamos una asociación significativa entre la edad y la mayoría de las variables estudiadas. Este hallazgo, que es similar al reportado por Willis y cols. (23), probablemente se deba a la falta de inclusión de pacientes mayores de 64 años, como consecuencia de emplear estrictos criterios de exclusión.

Dentro de los parámetros antropométricos considerados en nuestro trabajo, la superficie corporal fue el que mejor se correlacionó con las dimensiones obtenidas. Este hallazgo concuerda con el descripto en el resto de la literatura científica extranjera (16, 22, 23) y en el trabajo de Romero y colaboradores, de nuestro medio (26), donde se destaca la importancia de indexar estas variables a superficie corporal, tal como se realiza con las cavidades izquierdas. Las diferencias entre sexos de los parámetros indexados a superficie corporal persisten en la mayoría de las variables, y, en general, son mayores en las mujeres, excepto el VolAD2, el AFD y el AFS, que fueron mayores en los hombres, al igual que en el trabajo de Willis et al. (23). Los valores indexados a SC del diámetro del anillo tricuspídeo, el DVD3, el VolAD1, el VolAD3, el área de la AD y los parámetros de función ventricular no presentaron diferencias significativas entre mujeres y hombres.

A pesar de la compleja anatomía de las cavidades derechas y de la gran variabilidad a la hora de estimar sus dimensiones y función, en muchas ocasiones no se cuenta con datos acerca de la variabilidad observada en su determinación. (22, 24) Así como lo hicieron Foale y cols. (27) y Willis y cols. (23), todas las mediciones se realizaron de manera prospectiva y estandarizada, evaluando posteriormente la variabilidad inter- e intraobservador. A diferencia de lo que describen otros trabajos (16), en la mayoría de las variables analizadas obtuvimos una correlación intraclase de buena a excelente, tanto en la variabilidad interobservador como en la variabilidad intraobservador. El espesor de la pared libre del ventrículo derecho fue el parámetro con mayor variabilidad inter- e intraobservador. Este hallazgo es similar al del trabajo antes mencionado (23), aunque en aquel estudio, la medición se realizó utilizando el modo M desde la vista de eje largo paraesternal, mientras que en nuestro trabajo se realizó en modo bidimensional con *zoom* en la vista subxifoidea a la altura del punto de apertura de la válvula tricúspide en diástole. Dicha variabilidad, si bien fue estadísticamente significativa, no parece tener mayor relevancia desde el punto de vista clínico, dado su bajo valor absoluto. Por otro lado, el análisis del AFS y el DVD3 también demostró pobre

correlación intraclase, probablemente debido al mayor número de trabéculas que dificultan la correcta evaluación del endocardio y al menor tamaño de la cavidad en fin de sístole en el primer caso, al igual que se describe en publicaciones anteriores. (23-27)

Como limitaciones podemos mencionar que no se estudió la correlación entre las variables y diferentes razas, a pesar de haber sido demostrado en algunos trabajos que existen diferencias entre etnias. (23, 24) Por otro lado, al emplear criterios tan estrictos de exclusión, la representación de personas añosas sanas fue muy baja.

CONCLUSIONES

Se establecieron valores de referencia de las cavidades derechas y se demostraron diferencias entre sexos y en relación con la superficie corporal. Observamos muy buena fuerza de correlación intraclase inter- e intraobservador en la mayoría de las variables, excepto en aquellas en las que existen dificultades técnicas para la evaluación ecocardiográfica.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no poseen conflicto de intereses.

(Véanse formularios de conflicto de intereses de los autores en la web/Material suplementario)

BIBLIOGRAFÍA

- Cappelli F, Porciani MC, Bergesio F, Perlini S, Attanà P, Moggi Pignone A, et al. Right ventricular function in AL amyloidosis: characteristics and prognostic implication. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2012;13:416-22. <http://doi.org/d25fnt>
- Guendouz S, Rappeneau S, Nahum J, Dubois-Randé JL, Gueret P, Monin JL, et al. Prognostic significance and normal values of 2D strain to assess right ventricular systolic function in chronic heart failure. *Circ J* 2012;76:127-36. <http://doi.org/cqqphk>
- Selly JB, Iriart X, Roubertie F, Mauriat P, Marek J, Guillon E, et al. Multivariable assessment of the right ventricle by echocardiography in patients with repaired tetralogy of Fallot undergoing pulmonary valve replacement: a comparative study with magnetic resonance imaging. *Arch Cardiovasc Dis* 2015;108:5-15. <http://doi.org/cwfk>
- Cevik A, Kula S, Olgunturk R, Tunaoglu FS, Oguz AD, Pektas A, et al. Quantitative evaluation of right ventricle function by transthoracic echocardiography in childhood congenital heart disease patients with pulmonary hypertension. *Echocardiography* 2012;29:840-8. <http://doi.org/f353jn>
- de Groote P, Millaire A, Foucher-Hossein C, Nugue O, Marchandise X, Ducloux G, et al. Right ventricular ejection fraction is an independent predictor of survival in patients with moderate heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:948-54. <http://doi.org/dx4hdh>
- Marcus FI, McKenna WJ, Sherrill D, Basso C, Baue B, Bluemke DA, et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the Task Force Criteria. *Eur Heart J* 2010;31:806-14. <http://doi.org/bjc6bg>
- Khemasuan D, Yingchoncharoen T, Tunsupon P, Kusunose K, Moghekar A, Klein A, et al. Right ventricular echocardiographic parameters are associated with mortality after acute pulmonary embolism. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:355-62. <http://doi.org/f67p72>
- van Wolferen SA, Marcus JT, Boonstra A, Marques KM, Bronzwaer JG, Spreeuwenberg MD, et al. Prognostic value of right ventricular mass, volume, and function in idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Eur Heart J* 2007;28:1250-7. <http://doi.org/bhwsd2>
- Mohammed SF, Hussain I, AbouEzzedine OF, Takahama H, Kwon SH, Forfia P, et al. Right ventricular function in heart failure with preserved ejection fraction: a community-based study. *Circulation* 2014;130:2310-20. <http://doi.org/f6vhfn>
- Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, 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, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010;23:685-713. <http://doi.org/c7kcfb>
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:1-39. <http://doi.org/bhj5>
- Kawut SM, Lima JA, Barr RG, Chahal H, Jain A, Tandri H, et al. Sex and race differences in right ventricular structure and function: the multi-ethnic study of atherosclerosis-right ventricle study. *Circulation* 2011;123:2542-51.
- DuBois D, DuBois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. 1916. *Nutrition* 1989;5:303-11
- Rosner B. The intraclass correlation coefficient. *Fundamentals of Biostatistics* 7th, Boston, USA, Brooks/Cole, Cengage Learning. Pp 568-71.
- Ling LF, Obuchowski NA, Rodriguez L, Popovic Z, Kwon D, Marwick TH. Accuracy and inter observer concordance of echocardiographic assessment of right ventricular size and systolic function: a quality control exercise. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:709-13. <http://doi.org/cwfm>
- Kou S, Caballero L, Dulgheru R, Voilliot D, De Sousa C, Kachava G, et al. Echocardiographic reference ranges for normal cardiac chamber size: results from the NORRE study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2014;15:680-90. <http://doi.org/cwfm>
- Dreyfus GD, Corbi PJ, Chan KM, Bahrami T. Secondary tricuspid regurgitation or dilatation: which should be the criteria for surgical repair? *Ann Thorac Surg* 2005;79:127-32. <http://doi.org/cg8f2x>
- He J, Shen Z, Yu Y, Huang H, Ye W, Ding Y, et al. Criteria for determining the need for surgical treatment of tricuspid regurgitation during mitral valve replacement. *J Cardiothorac Surg* 2012;7:27. <http://doi.org/f99v4t>
- Discigil B, Dearani JA, Puga FJ, Schaff HV, Hagler DJ, Warnes CA, et al. Late pulmonary valve replacement after repair of tetralogy of Fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:344-51. <http://doi.org/djvt72>
- Oxborough D, Sharma S, Shave R, Whyte G, Birch K, Artis N, et al. The right ventricle of the endurance athlete: the relationship between morphology and deformation. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:263-71. <http://doi.org/bppfmx>
- D'Ascenzi F, Pisicchio C, Caselli S, Di Paolo FM, Spataro A, Pelliccia A. RV Remodeling in Olympic Athletes. *JACC Cardiovasc Imaging* 2017;10:385-93. <http://doi.org/cwfp>
- D'Oronzio U, Senn O, Biaggi P, Gruner C, Jenni R, Tanner FC, et al. Right heart assessment by echocardiography: gender and body size matters. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:1251-8. <http://doi.org/chh2>
- Willis J, Augustine D, Shah R, Stevens C, Easaw J. Right ventricular normal measurements: time to index? *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:1259-67. <http://doi.org/chh3>
- Daimon M, Watanabe H, Abe Y, Hirata K, Hozumi T, Ishii K, et al. JAMP Study Investigators. Normal values of echocardiographic parameters in relation to age in a healthy Japanese population: the JAMP study. *Circ J* 2008;72:1859-66. <http://doi.org/d384rr>
- Maffessanti F, Muraru D, Esposito R, Gripari P, Ermacora D, Santoro C, et al. Age-, body size-, and sex-specific reference values for right ventricular volumes and ejection fraction by three-dimensional echocardiography: a multicenter echocardiographic study in 507 healthy volunteers. *Circ Cardiovasc Imaging* 2013;6:700-10. <http://doi.org/cj94>
- Romero G, Lescano A, Crippa D, Constantin I, González N, Gómez Santa María H, y cols. ¿Debemos cuantificar los diámetros de las cavidades derechas en relación con la superficie corporal? *Rev Argent Cardiol* 2017;85:505-9.
- Foale R, Nihoyannopoulos P, McKenna W, Kleibenne A, Nadadzin A, Rowland E, et al. Echocardiographic measurement of the normal adult right ventricle. *Br Heart J* 1986;56:33-44. <http://doi.org/dzw3xg>