

Evaluación de la función sistólica ventricular derecha posterior a cirugía cardíaca

Post-surgical assessment of right ventricular systolic function

Elenna Miguel Cadiz Bello^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3693-2187>

Teresita Danayse Duany Díaz¹ <https://orcid.org/0000-0002-8639-0788>

Genoveva Elva Henry Vera¹ <https://orcid.org/0000-0003-4942-4595>

Sheila Hechavarría Pouymiró¹ <https://orcid.org/0000-0002-9974-9876>

¹ Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: elennacadiz@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La función del ventrículo derecho se ha relacionado con el pronóstico en muchos contextos clínicos.

Objetivo: Evaluar la función sistólica ventricular derecha pre y postquirúrgica, según el desplazamiento sistólico del plano del anillo tricúspide, en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Método: Estudio observacional, descriptivo, transversal con 120 pacientes ingresados para cirugía cardíaca con diagnóstico de enfermedad arterial coronaria y/o valvular en el Instituto de cardiología de La Habana, de enero 2016-diciembre 2017. Se caracterizó la población según variables sociodemográficas y clínicas y se evaluaron variables ecocardiográficas como la fracción de eyección

del ventrículo izquierdo y función sistólica del ventrículo derecho, antes y después de la cirugía.

Resultados: Predominó el sexo masculino (60 %), las edades entre 59- 68 y 69-78 años. La patología principal para indicación quirúrgica fueron la enfermedad arterial coronaria (37,67 %) y la estenosis aórtica o mitral (34,17 %). Los factores de riesgo más frecuente fueron el hábito de fumar (68,33 %) y la hipertensión arterial (67,50 %). No se encontraron variaciones significativas de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. Se evidenció una reducción de la media de excursión sistólica del plano tricúspide posterior a cirugía cardiaca ($21,94 \pm 4,38$ mm vs. $13,15 \pm 3,04$ mm; $p=0,081$). La mayor prevalencia fue para la disfunción sistólica ventricular ligera en el 62,50 % de los pacientes evaluados.

Conclusiones: Se evidenció disminución posquirúrgica de los valores del desplazamiento sistólico del plano del anillo tricúspide en pacientes sometidos a cirugía cardiaca y predominó la disfunción sistólica ventricular derecha ligera.

Palabras clave: Cirugía cardiaca; función sistólica ventricular derecha; excursión sistólica anillo tricuspideo.

ABSTRACT

Introduction: Right ventricular assessment has been a challenge for bidimensional echocardiography, the evaluation has significant importance because dysfunction had been related with worse outcomes for patients in several conditions. This work objective was to analyse right ventricular systolic function before and after cardiac surgery, using tricuspid annular plane systolic excursion in cardiac surgery patients.

Methods: We included 120 patients going to valve or aortic –coronary bypass surgery since January 2016 to December 2017. They were classified according to sociodemographic and clinical characteristics and echocardiographic variables; such as left ventricular ejection fraction, and RV systolic dysfunction before and

after cardiac surgery.

Results: 60 % from the universe were male. Coronary artery disease (37,67 %) and aortic or mitral stenosis (34,17 %) were most prevalent pre-surgical diagnosis. Most frequent risk factors were smoke (68,33 %) and high blood pressure (67,50 %). Tricuspid annular plane systolic excursion decreased after cardiac surgery (21,94±4,38 mm vs. 13,15±3,04 mm; p=0,081). RV systolic dysfunction was mild in 62,5% patients.

Conclusion: Patients after cardiac surgical had tricuspid annular plane systolic excursion impairment and RV systolic dysfunction was usually mild.

Keywords: Cardiac surgery; right ventricular function; tricuspid annular plane systolic excursion.

Recibido: 01/11/2021

Aceptado: 25/07/2023

Introducción

La función principal del ventrículo derecho (VD) es recibir retorno venoso sistémico y bombearlo hacia las arterias pulmonares. La evaluación de la estructura y la función del mismo en pacientes con trastornos cardiopulmonares es un componente esencial del tratamiento clínico y un potente predictor de evolución para un gran espectro de enfermedades cardíacas.^(1,2)

Aunque se ha producido una mejoría significativa en las técnicas de imagen cardíaca, muchos factores contribuyen a que la evaluación del VD sea un desafío: Geometría compleja.

Limitada definición de la superficie endocárdica (causada por el miocardio fuertemente trabeculado).

Posición retroesternal que puede limitar las ventanas de imágenes ecocardiográficas.

Índices de la función del VD marcadamente dependientes de carga.⁽³⁻⁵⁾

La compleja geometría de este ventrículo dificulta la evaluación de la función sistólica debido a las trabeculaciones gruesas en la superficie endocárdica y un tracto de salida elongado y muscular, situado en plano distinto que el tracto de entrada, lo que impide asumir modelos volumétricos teóricos que, en cambio, se pueden emplear en el ventrículo izquierdo (VI).

A lo largo del tiempo, al VD morfológico se le adjudican propiedades mecánicas idénticas a las que muestra el VI, sin considerar que se diferencia por su estructura (cavidad con tres cámaras) y no por su posición, además de poseer configuración embriológica, anatómica, metabólica y fisiológica diferentes.

La situación estructural y funcional del VD marca la estrategia terapéutica y la evolución en determinadas anomalías congénitas y adquiridas. Así, en la práctica clínica, parece necesario disponer de una medida que evalúe de forma fiable, accesible y reproducible la función sistólica del mismo.⁽⁶⁻⁷⁾

En la práctica clínica, la ecocardiografía (ECO) es el pilar de la evaluación de la función sistólica del VD⁸, permite tanto el análisis cuantitativo como cualitativo de ésta, aunque no es adecuada para un correcto cálculo de la fracción de eyección.⁽⁹⁾

En tal caso se utilizan variables indirectas como el desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE: Tricuspid Annulus Plane Systolic Excursion). El TAPSE es un parámetro del ECO que estima adecuadamente la función sistólica del VD. Su medida ha sido validada por la resonancia magnética cardíaca para el cálculo de la fracción de eyección.⁽⁸⁻¹⁰⁾

El interés en el VD ha resurgido al reconocerse su importancia pronóstico en la hipertensión arterial pulmonar, falla cardíaca izquierda, enfermedad cardíaca congénita y enfermedad coronaria, entre otras entidades.

En la cirugía cardíaca la aparición de insuficiencia ventricular derecha grave requiere soporte inotrópico prolongado o inserción de dispositivos de asistencia ventricular derecha; se calcula ocurre en alrededor de 0,1 % después de una cardiectomía; se eleva entre 2 % -3 % tras el trasplante cardíaco, y cuando se hace refractaria al tratamiento conlleva elevada mortalidad (70 – 75 %).⁽²⁻⁴⁾

Se ha planteado que la contracción longitudinal del VD está alterada en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca ya desde la misma incisión del pericardio, sin que refleje en realidad un deterioro de la función, pues en estos estudios la determinación de la fracción de eyección del VD (FEVD) por ecografía tridimensional (E3D) permanece normal. Se desconoce la razón de este hecho y se han formulado diversas hipótesis que apuntan a cambios geométricos en el VD, más que a su deterioro funcional.⁽¹¹⁻¹³⁾

El VD es muy sensible al aumento de la poscarga y responde de manera poco adecuada a los cambios agudos de presión. Los incrementos crónicos de presión son mejor tolerados por el VD. Este responde alterando su geometría, con hipertrofia de sus paredes y con aumento progresivo de la precarga. La alteración geométrica de la cámara derecha le confiere una forma elíptica similar a la del VI y si los mecanismos compensatorios son inadecuados se produce una progresión hacia la falla de bomba.⁽¹⁴⁾

Movimiento del anillo tricuspídeo

La estimación ecocardiográfica de la función sistólica del VD por medio de la medición del TAPSE, se fundamenta en el hecho de que la contracción de ese ventrículo se caracteriza por un acortamiento predominantemente longitudinal.

El TAPSE consiste en la distancia entre el desplazamiento final del plano lateral del anillo tricuspídeo en sístole y en diástole en su movimiento longitudinal hacia el ápex, es un parámetro que ha demostrado ser fiable en la determinación de la función sistólica del VD, al ser comparado con la resonancia magnética, pero, a diferencia de ésta, resulta una herramienta de fácil acceso.⁽¹⁵⁾

En la población adulta normal se estima el valor del TAPSE entre 24-26 mm, y se considera signo de mal pronóstico cuando se encuentra por debajo de 14 mm en pacientes con insuficiencia ventricular izquierda y por debajo de 18 mm en pacientes con hipertensión pulmonar.⁽⁸⁻¹⁰⁾

En Cuba, en los diferentes cardiocentros, existen varios grupos quirúrgicos que lideran la actividad de la cirugía cardíaca, sin embargo, aun cuando la afectación de la función VD posterior a la misma es reportada frecuentemente a nivel internacional, en nuestro medio no se han realizado estudios que permitan conocer la incidencia de esta complicación; por lo que enfocamos la presente investigación en identificar en la población sometida a cirugía cardíaca, aquellos pacientes afectados y su implicación sobre la evolución clínica de los mismos.

El objetivo de la investigación fue evaluar la función sistólica ventricular derecha, pre y postquirúrgica según el desplazamiento sistólico del plano del anillo tricúspide en pacientes tratados mediante cirugía cardíaca.

Métodos

Se realizó un estudio observacional descriptivo transversal. Participaron todos los pacientes con enfermedad arterial coronaria y/o enfermedad valvular ingresados para cirugía cardíaca electiva en el periodo comprendido entre el 1ero enero de 2016 al 30 de diciembre de 2017 en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular que cumplieron los siguientes criterios de inclusión:

1. Pacientes mayores de 18 años de ambos sexos.
2. Pacientes que cursan post-operatorio mediato.
3. Ecocardiografía transtorácica (ETT) realizada en el preoperatorio y post-operatorio mediato (tiempo de operado: 24 horas hasta 7 días).

Se excluyeron los pacientes con las siguientes condiciones:

1. Pacientes en los que no se haya podido obtener una imagen adecuada del anillo tricúspide y una orientación adecuada del modo M.

2. Ausencia u omisión de algún dato en la historia clínica o informe ecocardiográfico necesario para el desarrollo del estudio.

Se utilizó con un equipo de ECO PHILIPS iE33 Transductor S5-1 con armónico. La toma de imágenes en proyecciones paraesternal, apical y subcostal se realizó por el mismo operador, donde las repeticiones dependieron de la ventana del paciente, en tal caso se promedió el resultado de las mediciones. Se colocaron electrodos para monitorización electrocardiográfica con el fin de obtener el máximo rendimiento de la exploración.

Todas las determinaciones se realizaron en tiempo real. Se determinaron variables ecocardiográficas: fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), el desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE) que se obtuvo al colocar el cursor en el plano lateral del anillo tricúspide, registrando su excursión en modo M donde se realizaron las mediciones pertinentes y la disfunción sistólica del VD clasificándose en ligera (TAPSE ≥ 12 mm < 17 mm); Moderada (≥ 7 mm < 12 mm) y Severa (< 7 mm).⁽⁹⁾

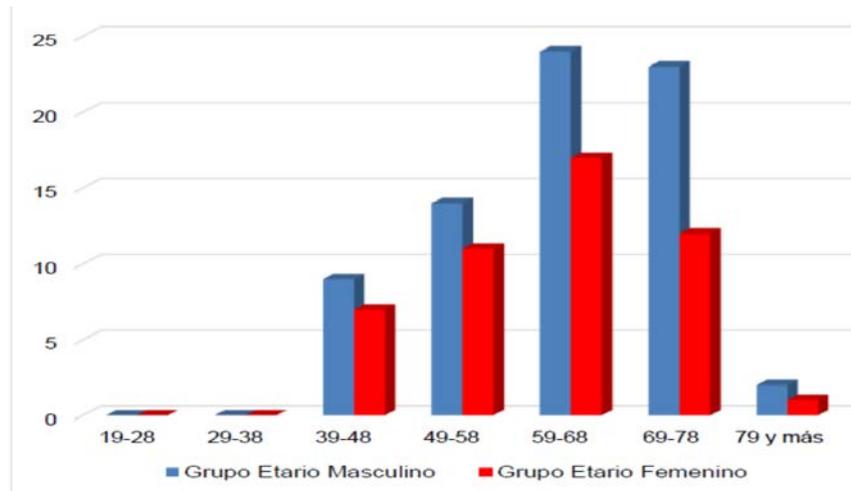
Los datos se obtuvieron de los pacientes, informes operatorios y ecocardiográficos registrados en las historias clínicas, ubicadas en el Departamento de Registros médicos.

Se emplearon técnicas de estadística descriptiva (porcentajes, media, desviación estándar). Para medir la fuerza de asociación se empleó la regresión lineal (variable de respuesta: TAPSE posoperatorio mediato). En el análisis inferencial se consideró significativo un nivel de error menor que 0,05 ($p < 0,05$).

Durante el desarrollo de la investigación se consideraron los aspectos éticos y jurídicos en la obtención de la información y se obtuvo el consentimiento informado de los participantes siguiendo lo establecido por la Declaración de Helsinki de 1976 para investigaciones médicas.

Resultados

Se evidenció predominio del sexo masculino (60 %) y de edades de 59- 68 años (34,17 %) seguida del grupo de 69- 78 años (29,17 %). La media de las edades fue de 62,46 ±9,9 años. (Figura 1)



Fuente: Datos historia clínica.

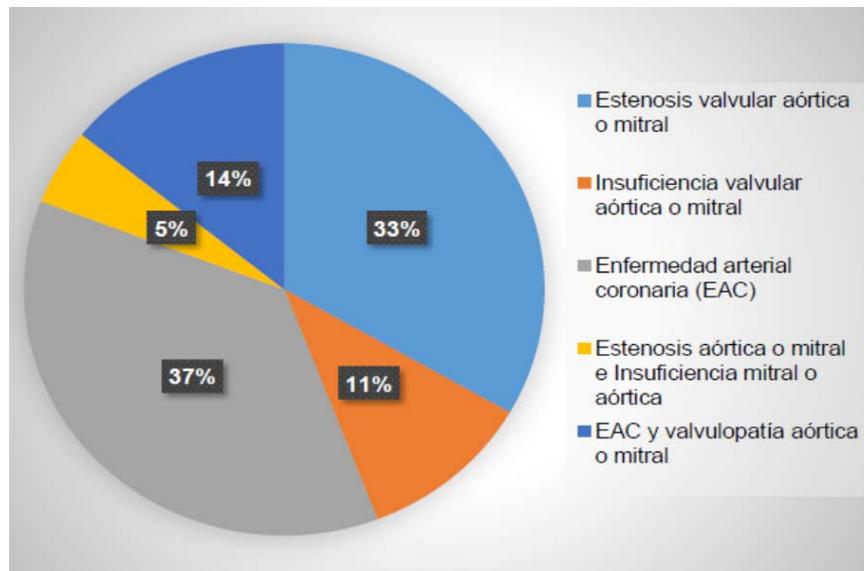
Fig. 1- Distribución de pacientes según edad y sexo enero 2016-diciembre 2017

Los factores de riesgo prevalentes en el grupo estudiado fueron el hábito de fumar (68,33 %) y la hipertensión arterial (67,50 %), además de un elevado número de pacientes en los que coexistieron factores de riesgo (56,67 %). Tabla 1

Tabla 1- Caracterización de los pacientes según factor de riesgo. ICCCV

Factor de riesgo	Pacientes	%
Hábito de fumar	82	68,33
Consumo de café	32	26,67
Consumo de alcohol	15	12,50
Hipertensión arterial	81	67,50
Diabetes mellitus	19	15,83
Dislipidemia	2	1,67
Fiebre reumática	19	15,83
Varios factores de riesgo	68	56,67

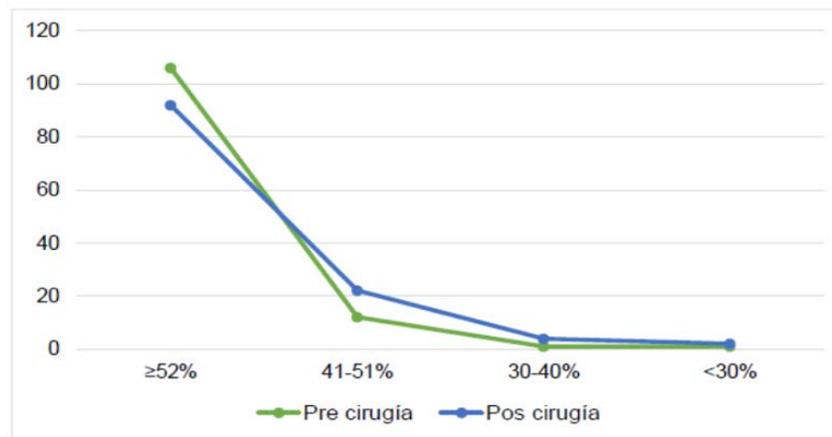
Según el diagnóstico que motivó la cirugía, encontramos predominio de la enfermedad arterial coronaria (36,67 %) y la valvulopatía estenótica aórtica y mitral aislada (33,33 %). Menos representados estuvieron aquellos pacientes con estenosis aórtica o mitral e insuficiencia mitral o aórtica asociadas (5 %). (Figura 2).



Fuente: base datos archivos ICCCV.

Fig. 2- Distribución de pacientes según patología prequirúrgica.

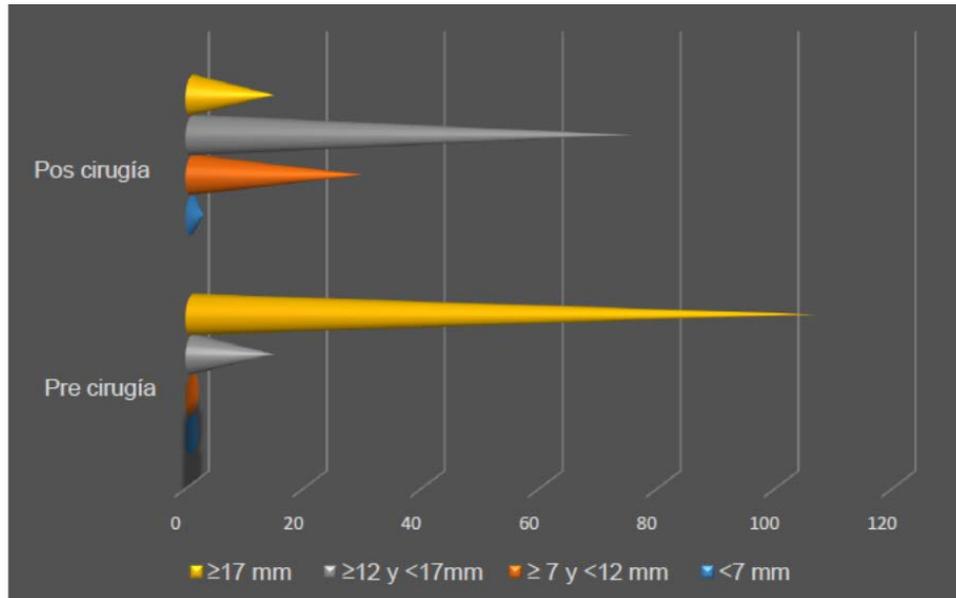
Se evidenció que los valores de la fracción de eyección ventricular izquierda en el pre y posoperatorio se encontraron dentro del rango normal en la mayoría de los pacientes estudiados (88,33 %) al inicio del estudio y luego de la cirugía (76,67 %). No se encontraron variaciones significativas en los grupos de pacientes con FEVI moderadamente (3,33 %) y severamente deprimida (1,67 %) al final del estudio. (Figura 3).



FEVI: Fracción de eyección ventricular izquierda

Fig. 3- Distribución de pacientes según la FEVI pre y post cirugía.

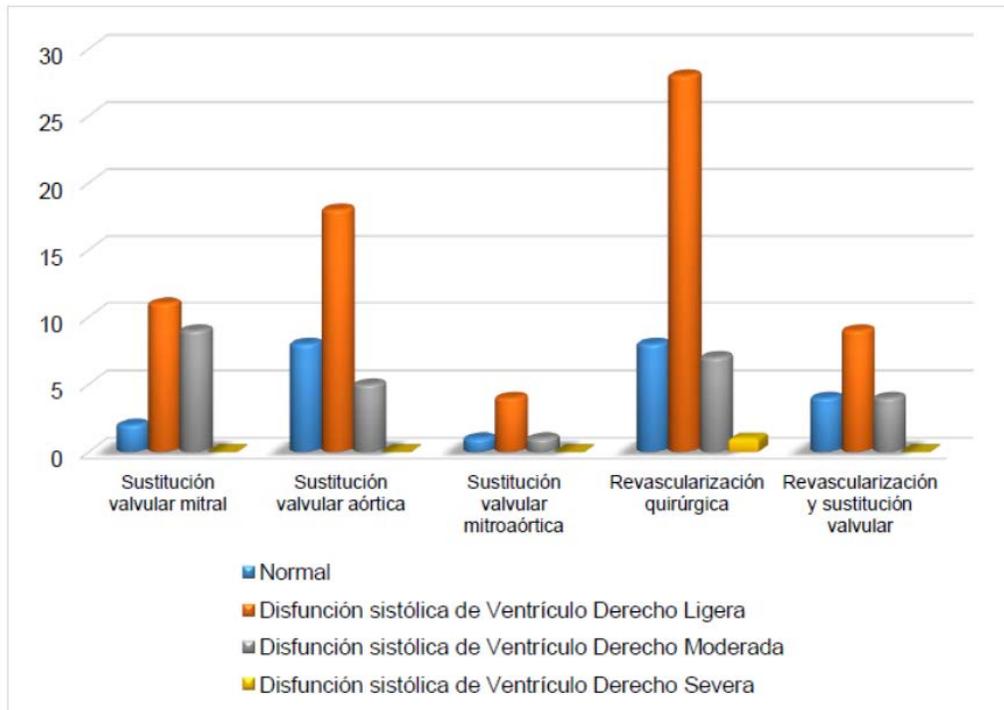
En la figura 4 se observó que en el estudio preoperatorio el 88,33 % de los pacientes tenían un TAPSE mayor o igual a 17 mm, seguido de 12- 17 mm donde se hallaron 14 pacientes (11,67 %). No se reportaron valores inferiores a 12 mm. Durante el posoperatorio; el 62,5 % presentó TAPSE menor de 17 mm pero mayor de 12 mm; el 24,16 % entre 7 y 12 mm y solo dos pacientes un valor inferior a 7 mm (1,67 %). La media de estas mediciones durante el preoperatorio fue de $21,94 \pm 4,38$ y en el posquirúrgico $13,15 \pm 3,04$. No se encontró asociación significativa entre estas medias ($p=0,081$).



Fuente: historia clínica individual.

Fig. 4- Distribución de pacientes según TAPSE durante Pre y post-operatorio mediato.

Al determinar el grado de disfunción sistólica ventricular derecha posquirúrgica según el tipo de cirugía cardíaca realizada, se evidenció que luego de la cirugía predominaron los pacientes con disfunción ventricular derecha ligera (58,33 %) mayoritariamente los tratados mediante revascularización miocárdica quirúrgica (23,33 %) seguidos de sustitución valvular aórtica (15 %). El 21,67 % presentaron una disfunción moderada y solo se reporta un paciente (0,83 %) con disfunción sistólica severa (bypass aorto-coronario). El resto mantuvieron una función ventricular derecha dentro de límites normales (19,17 %). (Figura 5).



Fuente: Base datos archivos ICCCV.

Fig. 5- Distribución de pacientes según grado de función sistólica ventricular derecha posquirúrgico y el tipo de cirugía cardíaca realizada.

Discusión

Las Enfermedades cardiovasculares afectan a la población mundial constituyendo una seria problemática sanitaria. En la presente investigación se evidenció como de un total de 120 pacientes con enfermedad arterial coronaria o enfermedad valvular, predominaron las edades comprendidas entre los 59 a 68 años y de 69 a 78 años, donde se encontró el 63,34 % del total pacientes, con mayor afectación del sexo masculino (39,17 %) sobre el femenino (24,17 %). Es notable el aumento a partir de los 50 años de edad de la prevalencia de las enfermedades cardiovasculares con un 86,67 % de la muestra de pacientes estudiados. Las características demográficas de los individuos incluidos en este estudio estuvieron acordes con la epidemiología de las enfermedades cardiovasculares, la mayoría de

ellos se encontraban en la sexta década de la vida y no existió diferencia significativa con respecto al sexo.

Es conocido que el sexo femenino manifiesta menores sucesos cardiovasculares que el hombre en edades más tempranas; pero después de la menopausia, sus factores de riesgo no tratados, las comorbilidades, como la diabetes mellitus y la menor actividad física, favorecen una igual o mayor probabilidad de desarrollar enfermedad aterosclerótica sobre todo coronaria.⁽¹⁶⁾

En cuanto a la presencia de factores de riesgo coronarios en nuestro estudio se evidenció una frecuencia mayor de los fumadores e hipertensos. Menos representados estuvieron los pacientes diabéticos y dislipidémicos, aunque pudiera ser un subregistro de este antecedente. La supremacía del hábito tabáquico en el sexo masculino guarda relación con lo publicado en la literatura donde se citan patrones socioculturales e históricos como las principales causas de este comportamiento, y en la población cubana existe una alta prevalencia de este hábito.

En la caracterización de los pacientes, teniendo en cuenta la enfermedad cardiovascular predominaron aquellos con enfermedad arterial coronaria seguido de aquellos con valvulopatías estenótica aórtica o mitral, hecho que coincide con estudios publicados, además se reporta que alrededor de dos tercios de todas las operaciones en válvulas cardíacas son para la sustitución de la válvula aórtica, sobre todo por una estenosis aórtica.^(17,18)

En cuanto a antecedentes de fiebre reumática, estudios recientes demuestran la baja prevalencia de valvulopatía reumática en Estados Unidos y Europa debido a la prevención primaria; sin embargo, la etiología reumática sigue siendo frecuente en países en desarrollo, hecho que se constató en 19 de los 120 pacientes estudiados en esta investigación.⁽¹⁹⁾

La FEVI es considerada una de las medidas mejor estudiadas en medicina cardiovascular. Al comparar los valores de la FEVI del preoperatorio respecto al posoperatorio mediato se pudo constatar que no existieron cambios significativos en la disfunción sistólica ventricular izquierda y la mayoría de los pacientes

estudiados mantuvieron una FEVI normal luego de la cirugía cardiaca, lo que coincide con lo publicado en la literatura, donde se señala que la cirugía puede lograr, en determinadas circunstancias, mejoría funcional del ventrículo izquierdo, con reducción de volúmenes y aumento del gasto cardíaco. Hashemi y otros,⁽²⁰⁾ tampoco encontraron diferencias en los valores de la FEVI antes y después de la cirugía cardiaca de revascularización coronaria (43 vs. 44 % respectivamente).

La función preoperatoria del VD es considerada uno de los mayores predictores de mortalidad y morbilidad, después de la cirugía de bypass de arterias coronarias.⁽²¹⁾ Como hemos mencionado, el patrón contráctil predominante del ventrículo derecho es el acortamiento longitudinal y puede ser determinado, de forma no invasiva, a través del desplazamiento sistólico del anillo tricúspide.⁽⁵⁾

Se ha reconocido, que los métodos ecocardiográficos más ampliamente utilizados en la práctica clínica para evaluar la función del ventrículo derecho, son a la evaluación visual, y el TAPSE.⁽²²⁾ La determinación del TAPSE, mediante ecocardiografía bidimensional ha demostrado ser segura, factible, simple y reproducible. Numerosos autores coinciden en reportar la disminución de la función del VD después de la cirugía cardiaca, tanto de revascularización miocárdica electiva, como reparación de la válvula mitral y reemplazo valvular aórtico, lo que coincide con los resultados encontrados en el presente trabajo.^(20,23,24) La reducción del TAPSE puede ocurrir durante o inmediatamente después de la intervención quirúrgica. Su recuperación a valores basales es frecuentemente incompleta y la disfunción ecocardiográfica puede persistir hasta un año o más o después de la operación, independientemente del éxito de la cirugía.⁽²³⁾

En el presente estudio se encontró una disminución de la media de los valores del TAPSE posterior a la cirugía de 21,94 mm a 13,15 mm, similar a lo encontrado por Hashemi *et al*.⁽²⁰⁾ donde los valores disminuyeron de 23,9 mm a 14,6 mm. Otros autores reportaron valores de 24,5 mm antes de la cirugía y 14,9 mm posterior a esta.⁽²⁴⁾

En el presente estudio, solo dos pacientes presentaron disfunción sistólica severa del VD, posterior a la cirugía. Aunque el diagnóstico de la insuficiencia ventricular derecha (IVD) incluye la suma de criterios clínicos y hemodinámicos, además de los ecocardiográficos, el TAPSE ≤ 7 mm es considerado un criterio de IVD severa, según las guías de Ecocardiografía.^(9,25) Se ha reportado que la IVD posoperatoria es un predictor independiente de supervivencia a largo plazo en pacientes tratados mediante cirugía cardíaca, por lo que la valoración pre y posquirúrgica del VD puede mejorar la estratificación de riesgo y posibilita el desarrollo de estrategias para la prevención y el manejo terapéutico precoz de estos enfermos.

Entre las estrategias que pueden minimizar el riesgo de IVD grave postoperatoria son: a) seleccionar el momento adecuado para la cirugía; por ejemplo, en las valvulopatías antes de que se produzca hipertensión pulmonar ; b) optimizar la protección miocárdica; c) utilizar vasodilatadores selectivos en el periodo perioperatorio; d) limitar las transfusiones de hemoderivados; e) evitar hipotensiones graves; f) optimizar la precarga del VD, y g) realizar un ajuste cuidadoso de la ventilación mecánica, evitando hipoxemias e hipercapnias.⁽²⁶⁾

La patogénesis de la disminución posquirúrgica de los valores del TAPSE es discutida y varios mecanismos han sido propuestos, incluyendo la pérdida del soporte pericárdico debido a la necesaria pericardiotomía para la cirugía cardíaca, el tipo de cardioplejia, la hipotermia miocárdica, la isquemia intraoperatoria debido a daño de la aurícula derecha en el proceso de canulación y el uso de bypass cardiopulmonar. Además, también se ha relacionado con el daño isquémico del VD debido a pobre protección miocárdica, la adhesión pericárdica y causas extra miocárdicas, como la adherencia posoperatoria del VD a la pared torácica.⁽²⁷⁾

También se ha reportado que la modalidad de la incisión pericárdica puede estar relacionada con la disminución de los valores del TAPSE.

Se plantea que, cuando se evalúan pacientes tratados mediante cirugía cardíaca, el TAPSE evaluado por ecocardiografía bidimensional, no refleja la función ventricular derecha verdadera, basado en estudios que reportan ausencia de disminución de la FEVD al evaluarla por E3D.⁽²³⁾ Estos hallazgos, apoyan la

hipótesis de que se producen cambios conformacionales (geometría alterada), más que un empeoramiento de la función sistólica del VD, después de la cirugía cardiaca.⁽²³⁾ Estos hallazgos han permitido considerar que el VD puede experimentar una modificación con modesto impacto clínico, por lo que se sugiere cuidado en la interpretación del TAPSE, cuando se realiza ecocardiografía bidimensional después de la cirugía cardiaca.⁽²⁴⁾

Estudios realizados con otras técnicas más avanzadas como la E3D, speckle-tracking, permitirán estimar con más precisión el comportamiento del VD, antes y después de la cirugía cardiaca. Estudios prospectivos, que evalúen la utilidad pronóstica de este parámetro, contribuirán a definir la importancia clínica de la disminución de la función ventricular derecha, estimada por el TAPSE, obtenido mediante ecocardiografía bidimensional.

La incidencia de disfunción sistólica ventricular derecha posterior a la cirugía cardiaca fue elevada, prevaleciendo la disfunción sistólica ligera.

Referencias bibliográficas

1. Caviedes I, Uriarte P. Fisiopatología del ventrículo derecho. Rev Chil Enf Respir. 2009;25(3):170-181. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482009000300004>
2. Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I: Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. Circulation. 2008;117(11):1436-48. <http://10.1161/Circulationaha.107.653576>
3. Serrano G, González AE, Savío AF, Céspedes M. Estructura y función de ventrículo derecho morfológico y enfrentado a poscarga sistémica. Rev Cubana Pediatr. 2016;88(2):223-37. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ped/v88n2/ped11216.pdf>
4. Molina CS. Estudio del ventrículo derecho. [Trabajo de Curso] Barcelona: Hospital Universitario de Bellvitge; 2015. Disponible en:

http://imagen.enfermeriaencardiologia.com/wpcontent/uploads/estudio_ventriculo_dcho.pdf5.

5. Ho SY, Nihoyannopoulos P. Anatomy, echocardiography, and normal right ventricular dimensions. *Heart* 2006; 92 (1): 12-13. <http://10.1136/hrt.2005.077875>
6. Pérez MC. Determinantes principales de la función diastólica del ventrículo derecho. [Tesis Doctoral] Universidad Complutense de Madrid: Facultad de Medicina; 2016. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/38514/1/T37534.pdf>.
7. Balcells J, Rello J. Alternativas terapéuticas actuales en la insuficiencia del ventrículo derecho tras cardiectomía. *Rev Esp Cardiol Supl.* 2013 ;13(D):22-27. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/pdf/90247681/S300/>
8. Núñez IJ, Rubio MD, Cartón AJ, López P, Deiros L, García L, et al. Determinación de valores normalizados del desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE) en 405 niños y adolescentes españoles. *Rev Española Cardiol.* 2011;64(8):674–80. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es/pdf/90024422/S300/>
9. Barrera C. Determinación de valores normalizados del desplazamiento sistólico del plano del anillo tricúspide (TAPSE) en pacientes colombianos sin comorbilidades. *Rev Colombiana Cardiol.* 2012;19: 287-8. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-cardiologia-203-pdf-90336423-S300>
10. López N, Escobar CI, López F, Durango L, Fernández R, Franco G. Función longitudinal del ventrículo derecho estimada por el desplazamiento sistólico del anillo tricúspide (TAPSE) en 557 pacientes sanos. *Rev Colombiana Cardiol.* 2012;19(6):281-6. Disponible en: <https://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v19n6/v19n6a2.pdf>
11. Rivera CL, Moya JL, García A, Becker D, Hernández A, Jiménez JJ, et al. Estudio de la función ventricular derecha tras la cirugía cardíaca. *Rev Esp Cardiol.* 2013; 66(1):863.

12. Gual F, López J, Ferrer E, Vallejo N, Bosch C, Bayés A, *et al.* Determinantes de la reducción de la contractilidad longitudinal del ventrículo derecho (TAPSE) tras cirugía cardíaca no complicada. *Rev Esp Cardiol.* 2010; 63(3):117.
13. Albornoz H, Saona G, Perna A. Evaluación de indicadores de cirugía cardíaca. Grupo de Seguimiento FNR. 2012. Disponible en: https://www.fnr.gub.uy/sites/default/files/publicaciones/Evaluacion_Indicadores_Cir_Card_Periodo_Mayo2011_Junio2012.pdf
14. Tazar J, Haurigot M, Caram R, Caram R, Haurigot GE. Función sistólica del ventrículo derecho en pacientes con hipertensión pulmonar. Análisis con strain y strain rate. *Insuf Card.* 2012; 7(3):109-116.
15. Tazar J, Álvarez MS. Cuantificación de la función sistólica del ventrículo derecho en pacientes con hipertensión pulmonar. *Rev Fed Arg Cardiol.* 2012; 41(2): 89-95.
16. Negrín T, Lage L, Hernández C, Castellanos L, Fardales R, Santos A, *et al.* Programa de entrenamiento físico rehabilitador para pacientes con enfermedad arterial periférica y cardiopatía isquémica. *CorSalud.* 2016;8(1):29-37.
17. Moré AI, González LA, Ceballos A, Rodríguez L, Plasencia Mario, Robaina E; Zamora O. Comportamiento de los pacientes ancianos operados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. *CorSalud.* 2015;7(4):285-291.
18. Nafeh M. Revascularización miocárdica. Resultados de la aplicación de un protocolo asistencial en el Hospital Hermanos Ameijeiras [Tesis]. Universidad de Ciencias Médicas de la Habana, Habana; 2012.
19. Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO. Editors. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. 10ma Ed. Philadelphia: SAUNDERS ELSEVIER. 2015.
20. Hashemi N, Brodin L-A, Hedman A, Samad BA, Alam M. Improved right ventricular index of myocardial performance in the assessment of right ventricular function after coronary artery bypass grafting. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2018; 26 (5):798–804. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icvts/ivx420>.

21. Peyrou J, Chauvel C, Pathak A, Simon M, Dehant P, Abergel E. Preoperative right ventricular dysfunction is a strong predictor of 3 years survival after cardiac surgery. Clin Res Cardiol 2017; <https://10.1007/s00392-017-1117-y>.
22. Schneider M, Aschauer S, Mascherbauer J, Ran H, Binder C, Lang I, et al. Echocardiographic assessment of right ventricular function: current clinical practice. Int J Cardiovasc Imag. 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10554-018-1428-8>.
23. Tamborini G, Muratori M, Brusoni D, Celeste F, Maffessanti F, Caiani EG, et al. Is right ventricular systoli function reduced after cardiac surgery? A two and three dimensional echocardiographic study. Eur J Echocardiogr. 2009; 10: 630-634.
24. Zanobini M, Loardi C, Poggio P, Tamborini G, Veglia F, Di Minno A, et al. The impact of pericardial approach and myocardial protection onto postoperative right ventricle function reduction. J Thorac Cardiovasc Surg. 2018; 13(1):55.
25. Olmos-Temois SG, Santos-Martínez LE, Álvarez-Álvarez R, Gutiérrez-Delgado LG, Baranda-Tovar FM. Acuerdo interobservador de los parámetros ecocardiográficos que estiman la función sistólica del ventrículo derecho en el postoperatorio temprano de cirugía cardíaca. Medicina Intensiva.2016;40(8):491-498.
26. Corres MA, Pérez JL, Renes E. Insuficiencia ventricular derecha en el seno de la cirugía cardíaca. Rev Esp Cardiol Supl. 2013;13(D):7-13.
27. Zanobini M, Saccocci M, Tamborini G, Veglia F, Di Minno A, Poggio P, et al. Postoperative echocardiographic reduction of right ventricular function: Is pericardial opening modality the main culprit?. BioMed Res. Int. 2017. Volume 2017, Article ID 4808757, 7 pages. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2017/4808757>.

Declaración conflicto de intereses

Los autores declaran no existen conflictos de intereses para la realización de este trabajo.

Declaración de autoría

Conceptualización: Elenna Miguel Cadiz, Teresita Danayse Duany Díaz

Curación de datos:

Análisis formal de datos: Elenna Miguel Cadiz

Adquisición de fondos:

Investigación: Teresita Danayse Duany Díaz, Elenna Miguel Cadiz Bello, Genoveva Elva Henry Vera

Metodología: Teresita Danayse Duany Díaz, Elenna Miguel Cadiz Bello

Administración del proyecto:

Recursos materiales:

Software:

Supervisión:

Validación: Genoveva Elva Henry Vera

Visualización:

Redacción – borrador original: Elenna Miguel Cadiz, Teresita Danayse Duany Díaz, Sheila Hechavarría Pouymiró

Redacción – revisión y edición: Elenna Miguel Cadiz, Teresita Danayse Duany Díaz, Genoveva Elva Henry Vera, Sheila Hechavarría Pouymiró