

Departament de Medicina / Universitat Autònoma de Barcelona

Autor: María Rodríguez Serrano

**VALORACIÓN DE LA DISFUNCIÓN DEL
VENTRÍCULO DERECHO EN PACIENTES
CON INSUFICIENCIA PULMONAR
MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA-2D Y
RESONANCIA CARDÍACA.**

Director: Dr. Juan María Cinca Cuscullola, Catedrático del Departamento de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Co-director: Dr. Joaquín Rueda Soriano, Adjunto del Servicio de Cardiología del Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

Trabajo de investigación. Año 2011-2012. Convocatoria de Septiembre.

ÍNDICE

Resumen.....	3
Introducción.....	5
Material y métodos.....	9
Resultados.....	11
Discusión.....	21
Conclusiones.....	24
Bibliografía.....	25

RESUMEN

La cardiopulmonar (CRMN) es el patrón oro para la valoración del ventrículo derecho (VD), incluidos los pacientes con insuficiencia pulmonar (IP) significativa, pero su coste y disponibilidad limitan su uso. La utilidad de los parámetros ecocardiográficos de valoración de VD en el seguimiento de estos pacientes no ha sido suficientemente estudiada. En este trabajo valoramos la correlación de los parámetros de análisis de VD por ecocardiografía-2D frente a CRMN y su capacidad de discriminación frente a dilatación y disfunción de VD en esta población. Se analizaron 63 pacientes con IP significativa estudiados con CRMN y ecocardiografía. Se recogieron características y eventos clínicos en el seguimiento y se estudió la correlación entre las dos técnicas. Un 63,5% tenían Tetralogía de Fallot como cardiopatía de base, 75,2% estaban en CF I/IV de NYHA y 31,7% presentaron un evento clínico. El volumen telediastólico indexado de VD (VTDVDi) medio por CRMN fue de $144,8 \pm 41,2 \text{ ml/m}^2$ y la fracción de eyección (FEVD) media de $48,6 \pm 10,2\%$. Se obtuvieron correlaciones significativas moderadas entre VTDVDi y diámetro basal, medio y del tracto de salida de VD y con área diastólica y sistólica; y entre la FEVD y fracción de acortamiento de área, TAPSE, índice de Tei y onda S' lateral y septal. Los parámetros que mejor discriminaron dilatación de VD ($\text{VTDVDi} \geq 150 \text{ ml/m}^2$) fueron diámetro basal y medio y los que mejor discriminaron disfunción ($\text{FEVD} \leq 45\%$) fueron onda S' lateral y septal e índice de Tei. En conclusión, los parámetros ecocardiográficos de VD habituales se correlacionan de forma limitada con los resultados por CRMN aunque permiten discriminar dilatación y disfunción significativas.

ABREVIATURAS

ATD: área telediastólica de ventrículo derecho.

ATS: área telesistólica de ventrículo derecho.

CIV: comunicación interventricular.

CRMN: cardiorresonancia magnética.

D: diámetro.

FAC: fracción de acortamiento de área de ventrículo derecho.

FEVD: fracción de eyección de ventrículo derecho.

FEVI: fracción de eyección de ventrículo izquierdo.

IP: insuficiencia pulmonar.

IT: insuficiencia tricúspide.

TF: Tetralogía de Fallot.

TSVD1: tracto de salida de ventrículo derecho a nivel de la válvula aórtica.

TSVD2: tracto de salida de ventrículo derecho a nivel del anillo pulmonar.

VD: ventrículo derecho.

VTDVDi: volumen telediastólico de ventrículo derecho indexado.

VTDSVDi: volumen telesistólico de ventrículo derecho indexado.

VTDVli: volumen telediastólico de ventrículo izquierdo indexado.

VTDVli: volumen telesistólico de ventrículo izquierdo indexado.

Palabras claves: Cardiopatías congénitas, Ventrículo derecho, Insuficiencia pulmonar, Ecocardiografía.

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia pulmonar crónica (IP) es una complicación común en el seguimiento de pacientes intervenidos de cardiopatías congénitas. Esta lesión es muy bien tolerada durante la infancia¹, pero de forma crónica provoca efectos deletéreos sobre el ventrículo derecho (VD) debido a una sobrecarga de volumen del mismo, y en consecuencia, un aumento de su volumen telediastólico y telesistólico con progresivo deterioro de la función sistólica. Además, esta dilatación del VD enlentece la conducción intraventricular y crea un sustrato para circuitos de re-entrada predisponiendo a taquicardias ventriculares sostenidas. Por tanto, la IP provoca un deterioro progresivo sobre el VD, sobre la capacidad de ejercicio y aumenta el riesgo de arritmias y de muerte súbita cardíaca^{2,3}, por lo que su pronóstico en pacientes adultos es incierto.

Uno de los grupos donde se observa con más frecuencia el desarrollo de IP son los pacientes con Tetralogía de Fallot (TF) intervenida³. La reparación de esta patología se ha llevado a cabo con éxito desde los años 50 con un favorable seguimiento en la mayor parte de los pacientes. Sin embargo, con el tiempo pueden desarrollar IP secundaria al parche transanular implantado o a la infundibulectomía del tracto de salida de VD realizada, donde se provocan zonas aquinéticas o aneurismáticas, lo que supone un problema añadido a la dilatación del ventrículo derecho. En la actualidad esta población está incrementándose dado que son muchos los pacientes que sobreviven en la infancia y que presentan con el tiempo fallo del VD y taquicardias supraventriculares y ventriculares.

La sustitución de la válvula pulmonar es necesaria en más del 15% de los pacientes con TF, siendo una intervención con bajo riesgo (mortalidad perioperatoria de 1-4%) y excelente supervivencia a medio plazo (supervivencia a los 10 años del 86-95%)². Los efectos

beneficiosos del recambio valvular pulmonar son la mejoría de la clase funcional, la capacidad de ejercicio, la reducción del volumen de VD así como la reducción de la duración del QRS⁴.

El momento en que se debe llevar a cabo la sustitución de la válvula pulmonar es sujeto de discusión porque aunque la mortalidad quirúrgica es baja, ésta se incrementa con las múltiples operaciones o al asociar reparación de otras anomalías. Además, el tipo de cardiopatía congénita inicial puede implicar un manejo más o menos agresivo de la IP.

En las Guías de la AHA de cardiopatías congénitas del adulto, se recomienda cirugía de la IP grave en los pacientes con disnea o disminución de la capacidad de ejercicio (Indicación I-B), con dilatación/disfunción moderada-severa del VD (Indicación IIa-B) o con arritmias supraventricular-ventriculares sintomática (Indicación IIa-C)⁵. En 2010 también se publicaron las guías de la ESC para el manejo de las cardiopatías congénitas⁶, que indican la sustitución valvular pulmonar en pacientes con IP severa asintomáticos cuando asocian algunas de estas características (Indicación IIa-C): descenso de la capacidad de ejercicio, dilatación o disfunción sistólica progresiva del VD, insuficiencia tricúspide progresiva, obstrucción al tracto de salida del VD con presión sistólica del VD mayor de 80 mmHg y presencia de arritmias auriculares/ventriculares sostenidas.

Por tanto, en los pacientes asintomáticos, que representan a la mayor parte de los pacientes controlados en las consultas, uno de los parámetros que se ha seguido para la indicación del recambio valvular ha sido el volumen del VD estimado por cardiorresonancia magnética (CRMN), dado que es ésta el patrón oro para la valoración del VD en la actualidad. Sin embargo, no está claro cuáles son los parámetros volumétricos por CRMN en los que la cirugía consiga una normalización del volumen del VD. En base a la mayoría de los estudios

publicados⁷⁻¹⁰, un volumen telediastólico de VD (VTDVD) de 150 ml/m² es el valor a partir del cual se debería realizar un seguimiento estrecho con vistas a un futuro reemplazamiento valvular, que se indicaría cuando el VTDVD sea mayor de 170 mL/m² o el telesistólico de 85 mL/m²¹¹. A pesar de que tras la cirugía, se observa sistemáticamente una reducción importante de los volúmenes ventriculares, en ninguna de las series analizadas⁷⁻¹⁰ se evidencia una mejoría de la función sistólica del VD siguiendo los criterios volumétricos referidos. Por lo tanto, todavía no se dispone de un criterio definitivo para indicar la cirugía en pacientes asintomáticos con IP grave que suponga una mejoría en la función de VD y que se acompañe de una mejoría en el pronóstico de estos pacientes.

La CRMN tiene una disponibilidad menor y un mayor coste que otras pruebas de imagen como la ecocardiografía, más utilizada en la práctica habitual. Algunos de los parámetros recogidos en la guías publicadas en 2010 para la valoración ecocardiográfica del VD¹² han sido estudiados en pacientes con insuficiencia cardíaca¹³⁻¹⁵ y en pacientes con cardiopatías congénitas¹⁶⁻²⁰. Pero la utilidad de estos parámetros en el seguimiento de pacientes con insuficiencia pulmonar no ha sido estudiada.

HIPÓTESIS

Los parámetros ecocardiográficos de medida de VD han demostrado su utilidad en otras patologías, por ello nuestra hipótesis es que pueden ser útiles para valorar la afectación del VD en el seguimiento de pacientes con insuficiencia pulmonar; lo que supondría una técnica más económica y accesible que la resonancia cardíaca para el control ambulatorio de estos pacientes. Para ello es necesario validar estos parámetros con respecto a la CRMN en esta población concreta.

OBJETIVOS

El objetivo primario de este trabajo es valorar la correlación de los parámetros de análisis de VD por ecocardiografía-2D vs cardiorresonancia magnética en pacientes con insuficiencia pulmonar significativa controlados en la consulta de Cardiopatías Congénitas del Adulto.

Los objetivos secundarios son describir las características clínicas de esta población, valorar la capacidad de los parámetros ecocardiográficos para discriminar dilatación y disfunción significativas de VD medidas por CRMN y buscar los puntos de corte de estos parámetros que tengan una sensibilidad adecuada para identificar al subgrupo de pacientes que presenta dilatación significativa de VD y que por tanto, necesiten de realización de CRMN en el seguimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Pacientes

Desde Diciembre de 2009 a Marzo de 2011 se incluyeron en el estudio de forma prospectiva y consecutiva a pacientes con insuficiencia pulmonar moderada-severa controlados en la consulta de Cardiopatías Congénitas del Adulto de nuestro hospital a los que se les realizaba una CRMN para valoración del VD.

Se analizaron las características epidemiológicas y clínicas de la población que consistieron en edad, sexo, cardiopatía de base, cirugía realizada en la infancia, clase funcional, tratamiento actual, ritmo cardíaco, duración del QRS y aparición de eventos durante el seguimiento (muerte, insuficiencia cardiaca que precisó ingreso hospitalario, arritmias y empeoramiento de la clase funcional).

Estudios de imagen cardiaca

El estudio de cardiorresonancia magnética se realizó en todos los pacientes con un equipo de RM de 1,5 T (Siemens Magnetom-Avanto®, del que se recogieron los siguientes datos: volumen telediastólico y telesistólico indexado de ventrículo derecho (VTDVDi y VTSVDi) e izquierdo (VTDVli y VTSVli), fracción de eyección de ambos ventrículos (FEVD y FEVI), presencia de estenosis en las arterias pulmonares y medida de la aorta sinusal.

Se realizó una ecocardiografía-2D con menos de 3 meses de intervalo. Estos estudios se realizaron con equipos de ecocardiografía Philips® iE33, obteniéndose datos de valoración de VD que se calcularon según se indica en las guías americanas de ecocardiografía publicadas en 2010¹². Se midieron los diámetros basal, medio y longitudinal en un plano

apical de 4 cámaras, así como el área telediastólica (ATD) y telesistólica (ATS) para calcular la fracción de acortamiento de área (FAC), los diámetros de tracto de salida de VD a nivel de la válvula aórtica y a nivel del anillo pulmonar (TSVD1 y TSVD2 respectivamente) en el plano paraesternal corto del tracto de salida de VD. Se realizó por modo M y doppler tisular medidas de desplazamiento de anillo tricuspídeo calculando TAPSE, onda S' del anillo lateral y septal y se calculó el índice de Tei con doppler pulsado. Se valoró la presencia de insuficiencia tricúspide (IT) y su severidad. En aquellos pacientes con IT se pudo estimar el gradiente entre cavidades derechas a partir de la velocidad de la IT con doppler continuo. También se estimó el gradiente del flujo pulmonar a partir de la velocidad del flujo en el plano valvular pulmonar con doppler continuo.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de las características basales de la población estudiada. Las variables discretas se expresaron como porcentajes y las continuas como media \pm desviación estándar.

Se valoró la correlación entre los parámetros de valoración de VD por ecocardiografía y CRMN por medio de la correlación de Pearson. Se analizó la capacidad de la ecocardiografía para discriminar dilatación y disfunción del VD en esta población por medio del cálculo de curvas ROC y se obtuvieron puntos de cortes de los distintos parámetros ecocardiográficos para predecir dilatación y disfunción.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS.13.0. Se consideró significación estadística si $p < 0,05$.

RESULTADOS

Características clínicas y epidemiológicas

Se analizaron de forma prospectiva a 63 pacientes con insuficiencia pulmonar significativa. Las características clínicas principales se resumen en la Tabla 1. El 49,2% fueron hombres con una edad media de $32,3 \pm 12,5$ años. Con respecto a los factores de riesgo cardiovascular en esta población había 8 pacientes fumadores, 4 pacientes con hipertensión arterial, 3 pacientes con dislipemia y un paciente diabético. El 75,2% estaban en clase funcional I de la NYHA en el momento del estudio y el 22,2% en clase funcional II. El 98,4% estaba en ritmo sinusal y un paciente era portador de marcapasos tras ablación de nodo AV. De los que estaban en ritmo propio, la duración media del QRS era de $139,2 \pm 30,8$ ms.

Respecto a la necesidad de tratamiento, sólo un 17,5% de pacientes tomaba diuréticos, un 9,6% betabloqueantes y un 6,3% IECAS en el momento de realizarse el estudio.

El 63,5% tenían como cardiopatía de base Tetralogía de Fallot, el grupo restante presentaba una alteración propia de la válvula pulmonar (18 pacientes estenosis pulmonar valvular, 2 pacientes estenosis pulmonar supra valvular, 1 paciente estenosis pulmonar subvalvular y 1 paciente agenesia valvular que ocasionaba insuficiencia pulmonar).

Al 27% de los pacientes se les había realizado en la infancia una intervención paliativa previa a la intervención correctora, siendo en 14 pacientes una fístula sistémico-pulmonar. Esta intervención se había llevado a cabo en los primeros años de vida a una edad media de $1,75 \pm 2,5$ años.

La intervención correctora se había realizado en todos los pacientes, excepto en un paciente con insuficiencia pulmonar por agenesia valvular, a una edad media de $6,3 \pm 7,9$

años. En un 19% de los pacientes no disponemos de datos de la intervención que se llevó a cabo, en un 11% se realizó una miectomía/valvulotomía aislada, en un 9,5% de los pacientes se colocó un parche de ampliación del tracto de salida de VD y en un 50,8% un parche transanular, en 2 pacientes se colocó un conducto desde ventrículo derecho a arteria pulmonar, en otro paciente un conducto con neoválvula y en 2 pacientes se realizó valvuloplastia percutánea.

Un 14,7% de los pacientes precisó durante el seguimiento una nueva intervención, consistente en cierre de CIV residual en 3 pacientes, dilatación de ramas pulmonares en un paciente, ambas intervenciones en 3 pacientes y un recambio valvular pulmonar en otro paciente. Además un 9,7% fueron sometidos a intervencionismo percutáneo por estenosis de ramas pulmonares con realización de angioplastia o implante de stent.

Eventos clínicos

Este grupo de pacientes lleva un seguimiento medio de 2,3 años en la consulta de Cardiopatías Congénitas del Adulto, pero se ha considerado que la evolución de la insuficiencia pulmonar se inicia en el momento de la intervención correctora con un tiempo de evolución medio de $26,4 \pm 9,2$ años. Durante este seguimiento 31,7% de los pacientes ha presentado un evento clínico, sin presentarse ningún éxito. En 2 pacientes se han registrados arritmias ventriculares, en 7 pacientes arritmias auriculares, 5 pacientes han precisado hospitalización por insuficiencia cardíaca y 10 pacientes han presentado empeoramiento clínico sin precisar ingreso

Tabla 1. Características clínicas y demográficas de los pacientes

Variables	
Edad media (años)	32,3 ± 12,5
Varones (%)	49,2
Clase funcional NYHA I/IV (%)	75,2
Cardiopatía de base (%)	
-Tetralogía de Fallot	63,5
- Estenosis valvular pulmonar	28,5
- Estenosis pulmonar supra valvular	3,2
- Estenosis pulmonar subvalvular	1,6
- Agenesia valvular pulmonar	1,6
Intervención paliativa (n, %)	17 (27%)
Edad media de reparación paliativa (años)	1,75 ± 2,5
Edad media de cirugía correctora (años)	6,3 ± 7,9
Tipo de cirugía correctora (%)	
- Miectomía/valvulotomía	11
- Parche de ampliación de TSVD	9,5
- Parche transanular	50,8
- Conducto	4,8
- Valvuloplastia percutánea	3,6
- No se dispone de información	19
Reintervención en el seguimiento (n, %)	9 (14,7%)

Pruebas de imagen cardiaca

Los valores medios obtenidos en la valoración de volúmenes y función de ambos ventrículos por CRMN se presentan en la Tabla 2. Se estudió el árbol arterial pulmonar objetivándose estenosis en ramas pulmonares en 24% de los pacientes.

Los datos de valoración del VD por ecocardiografía 2-D se muestran en la Tabla 3. El gradiente pulmonar medio fue de 19,6 ± 12,1 mmHg, siete de los pacientes presentaban un gradiente pulmonar \geq 36 mmHg. La mayor parte de los pacientes presentaban insuficiencia

tricúspide, 6 de ellos severa, lo que permitió calcular el gradiente entre cavidades derechas medio, que fue de $30 \pm 9,5$ mmHg.

Tabla 2 y 3. Valores de ventrículo derecho medidos por CRMN y ecocardiografía.

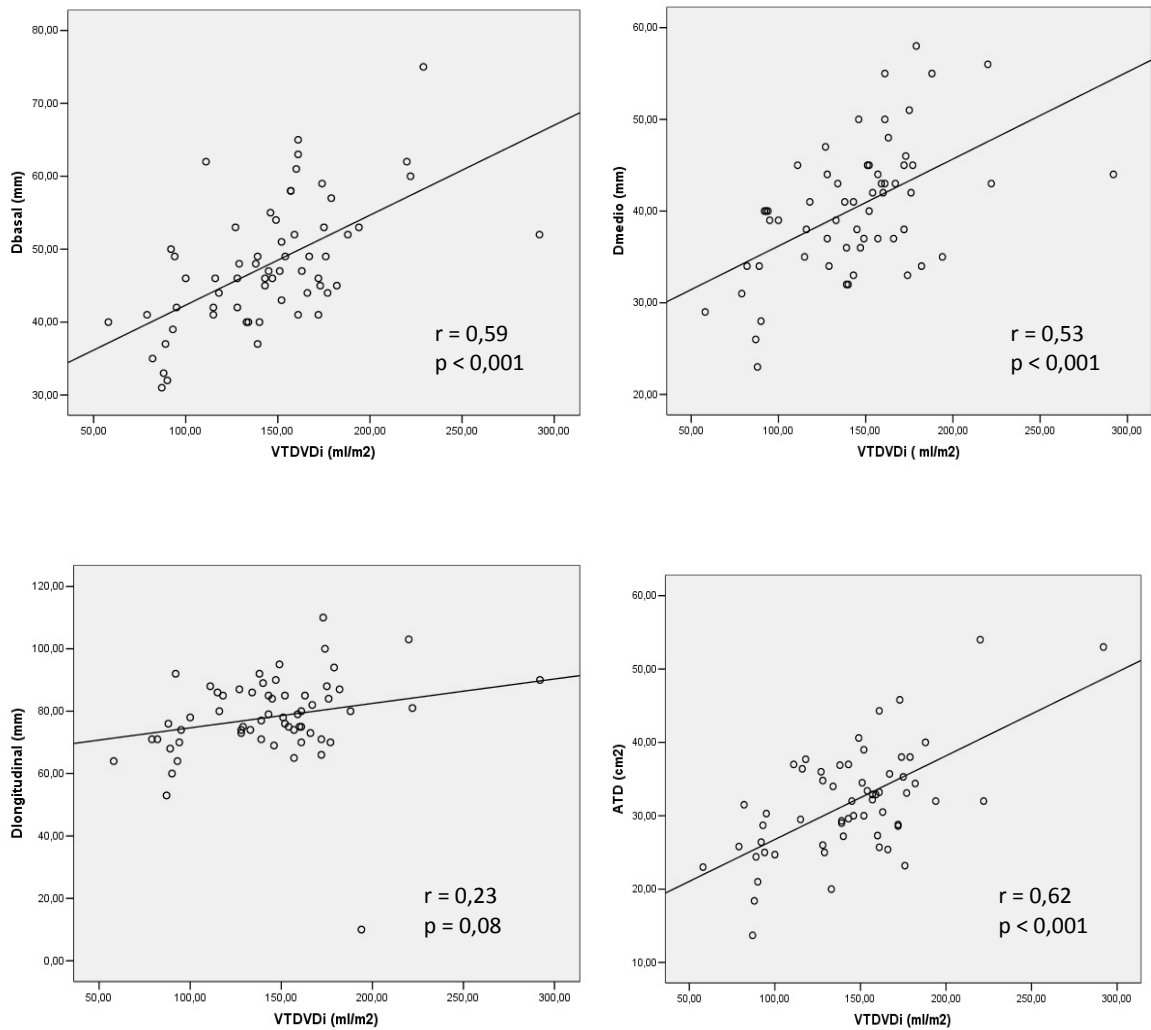
Datos de RMN cardiaca	
VTDVDi (ml/m2)	144,8 ± 41,2
VTDVSi (ml/m2)	77,2 ± 36,2
FEVD (%)	48,6 ± 10,2
VTDVli (ml/m2)	75,8 ± 19,2
VTSVli (ml/m2)	29,9 ± 11,8
FEVI (%)	61,4 ± 8,2
Aorta sinusal (mm)	33,1 ± 6,8

Parámetros de valoración de VD por ecocardiografía.	
Diámetro basal (mm)	47,8 ± 8,5
Diámetro medio (mm)	40,3 ± 7,1
Diámetro longitudinal (mm)	78,2 ± 13,7
TSVD 1(mm)	36,9 ± 6,9
TSVD2 (mm)	27,2 ± 5,7
Área telediastólica (cm ²)	31,7 ± 7,3
Área telesistólica (cm ²)	17,9 ± 5,8
FAC (%)	43,4 ± 8,6
TAPSE (mm)	18,8 ± 3,5
Onda S´lateral (cm/s)	10,9 ± 2,1
Onda S´septal (cm/s)	7,9 ± 1,4
Índice de Tei	0,20 ± 0,12

Se correlacionó el VTDVD indexado por CRMN con los parámetros ecocardiográficos y se obtuvieron correlaciones significativas con del diámetro basal ($r=0,59$ $p<0,001$) y medio ($r=0,53$ $p<0,001$), con el área telediastólica ($r=0,62$ $p<0,001$) y telesistólica ($r=0,59$ $p<0,001$) y con el diámetro del TSVD1 ($r=0,45$ $p<0,001$). No se obtuvieron correlaciones significativas con el diámetro longitudinal ($r= 0,23$ $p=0,08$) ni con el diámetro

del TSVD2 ($r=0,05$ $p=0,7$). En la figura 1 se muestran las gráficas de correlaciones de los parámetros ecocardiográficos de tamaño de VD y el VTDVDi medido por CRMN.

Figura 1. Gráficas de correlaciones entre parámetros ecocardiográficos y VTDVDi por CRMN



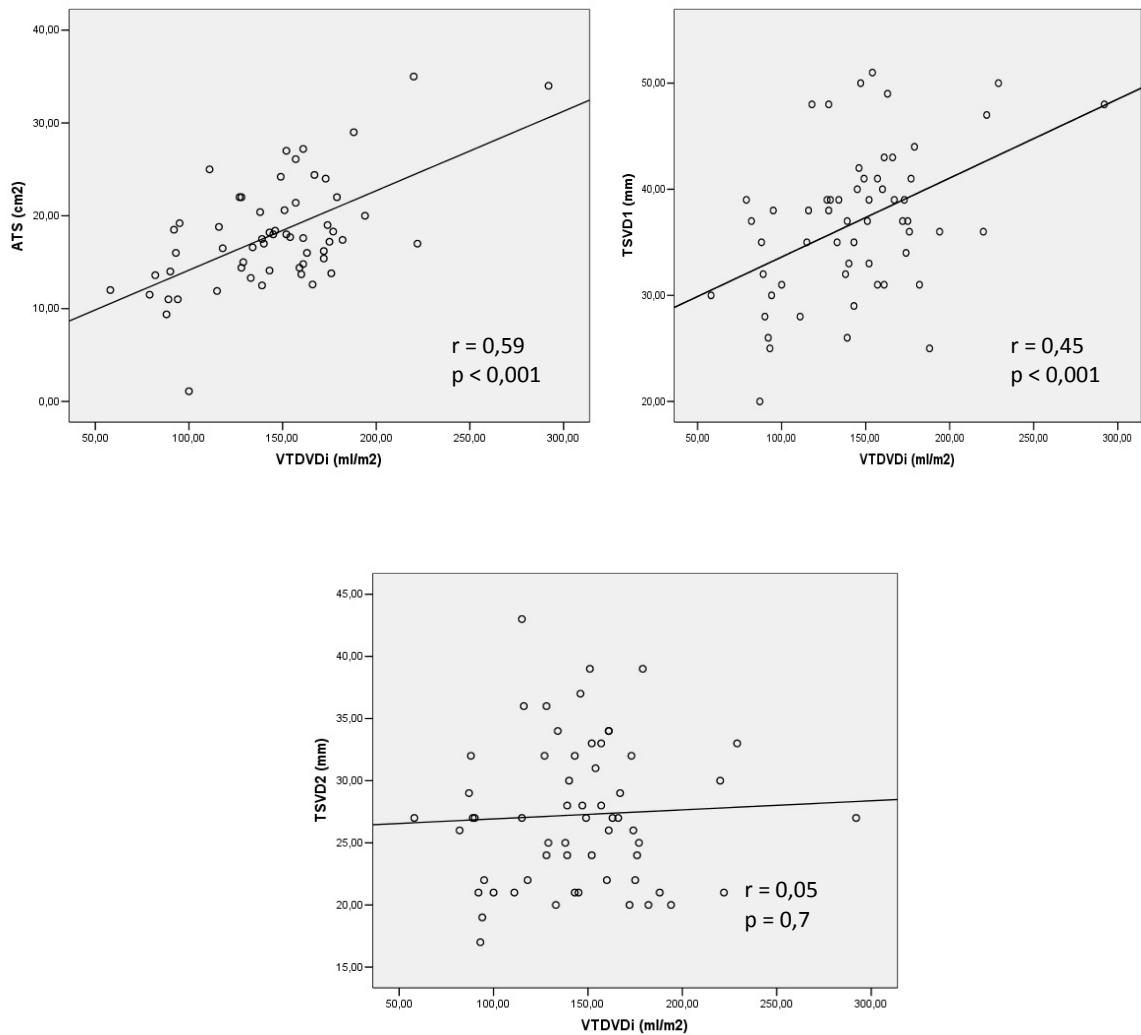
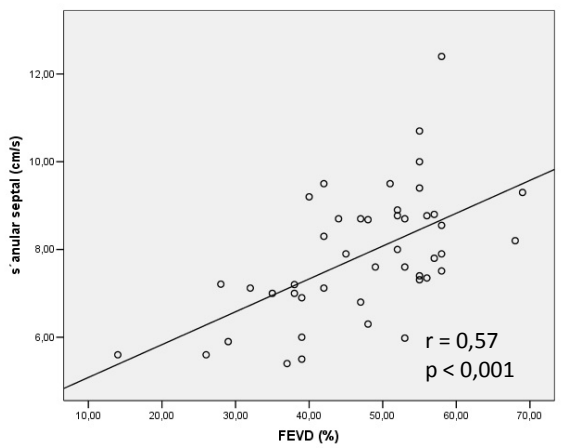
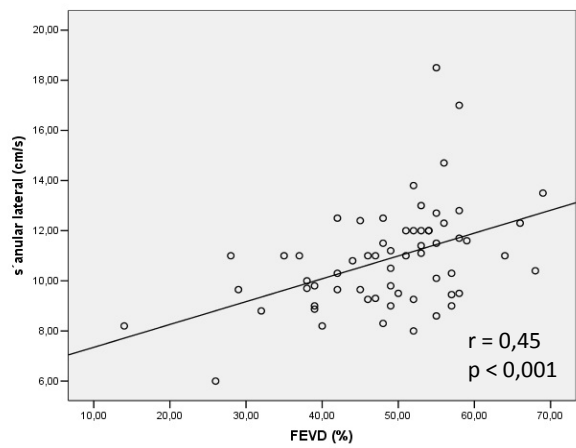
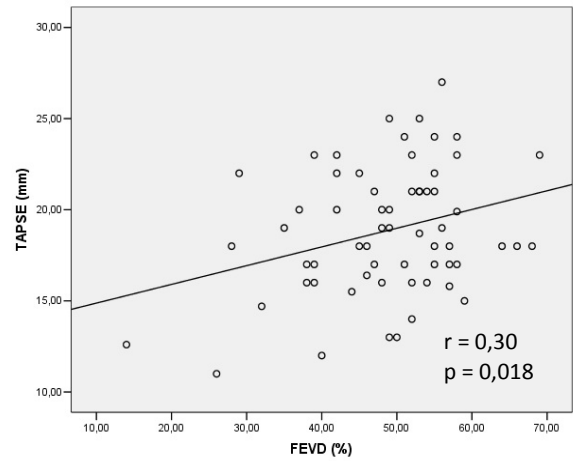
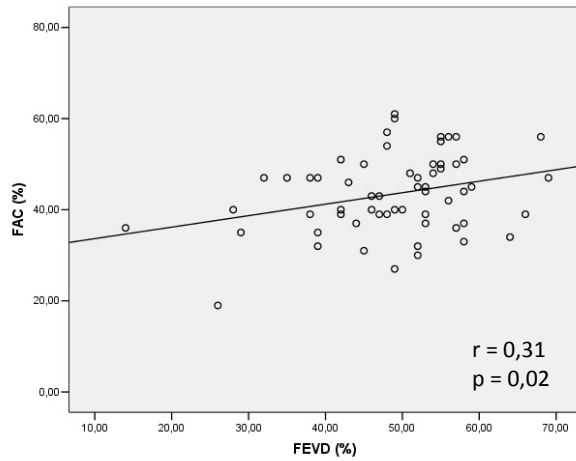


Figura 1 (Cont). Gráficas de correlaciones entre parámetros ecocardiográficos y VTDVDi por CRMN

Con respecto a la valoración de la función de VD se obtuvieron correlaciones significativas entre la FEVD medida por CRMN y los siguientes parámetros ecocardiográficos: FAC ($r=0,31$ $p=0,02$), TAPSE ($r=0,30$ $p=0,018$), onda S´ lateral ($r=0,45$ $p<0,001$), onda S´ septal ($r=0,57$ $p<0,001$) y Tei ($r=-0,39$ $p=0,002$). En la figura 2 se muestran las gráficas de correlaciones de los parámetros ecocardiográficos de función de VD con la FEVD medida por CRMN.

Figura 2. Gráficas de correlaciones entre parámetros ecocardiográficos y FEVD por CRMN



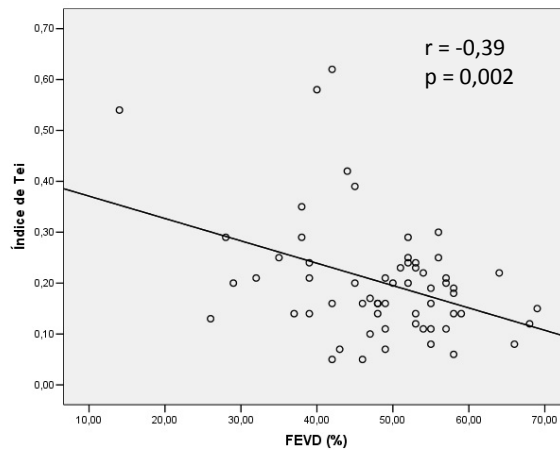


Figura 2 (Cont). Gráficas de correlaciones entre parámetros ecocardiográficos y FEVD por CRMN

Los parámetros que mejor discriminan dilatación ($VTDVDi \geq 150$ ml/m²) son el diámetro basal (área bajo la curva (A)=0,77 p=0,01), diámetro medio (A=0,78 p<0,001), diámetro de TSVD1 (A= 0,67 p=0,03), área telediastólica (A= 0,7 p= 0,01) y telesistólica (A= 0,72 p=0,005). En la figura 3 se muestran las curvas ROC realizadas para dichos parámetros.

Los parámetros que mejor discriminan disfunción ($FEVD \leq 45\%$) son onda s' lateral (A=0,78 p=0,003), onda s' septal (A=0,79 p=0,01) e índice de Tei (A=0,70 p=0,01). Se obtiene áreas menores bajo la curva para FAC (A=0,68 p=0,05) y TAPSE (A=0,65 p=0,09). Estas curvas ROC se muestran en la figura 4.

Figura 3. Curvas ROC para dilatación de VD

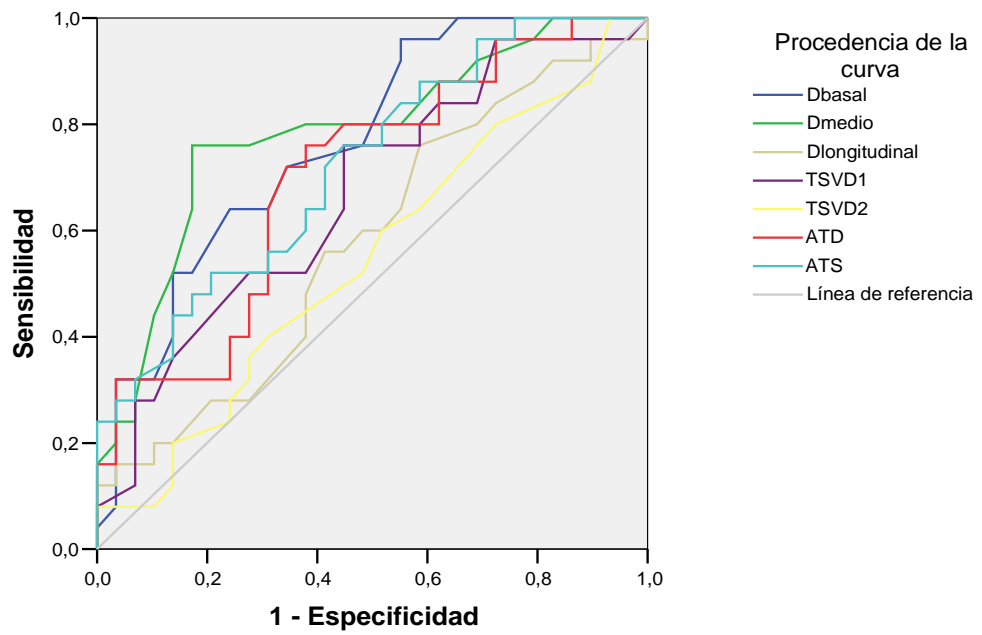
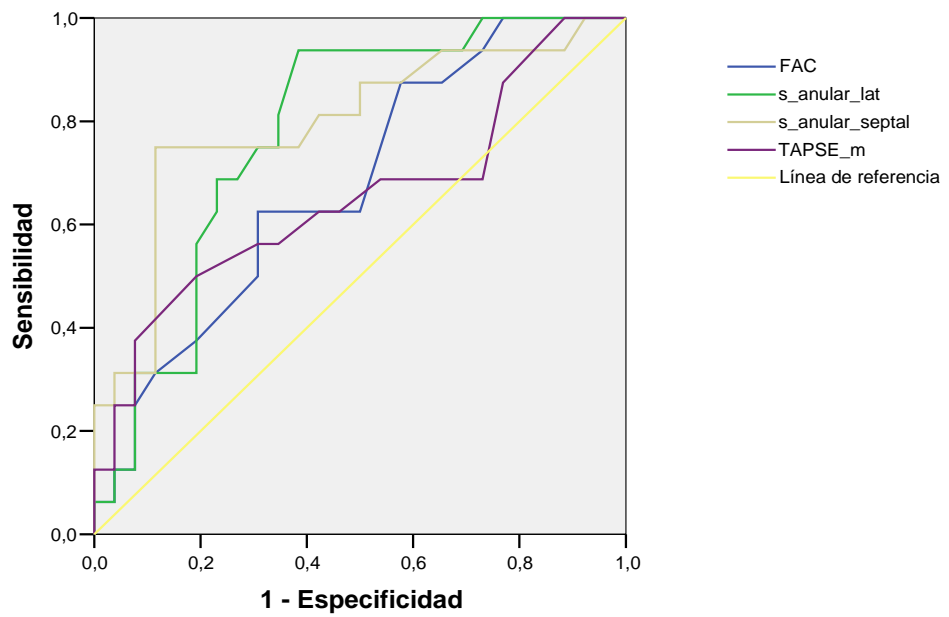


Figura 4. Curvas ROC para disfunción de VD ($FEVD \leq 45\%$)



Con estas curvas se han buscado puntos de corte que permitan discriminar dilatación y disfunción de VD (Tabla 4 y 5). Se han elegido valores con alta sensibilidad, aunque la especificidad fuera menor, porque pretendemos encontrar aquellos valores que nos permitan identificar a todos los pacientes que tengan disfunción del VD o VTDVDi en el límite que marcan los trabajos publicados a partir del cual hay que plantear seguimiento estrecho de cara a una cirugía próxima.

Tabla 4. Puntos de corte para parámetros ecocardiográficos que permitan discriminar VTDVDi ≥ 150 ml/m².

	<i>Sensibilidad</i>	<i>Especificidad</i>
D basal $\geq 42,5$ mm	96%	45%
D medio $\geq 36,5$ mm	88%	38%
TSVD 1 $\geq 32,5$ mm	84%	38%
ATD $\geq 27,3$ cm²	76%	38%
ATS $\geq 14,6$ cm²	88%	41%

Tabla 5. Puntos de corte para parámetros ecocardiográficos que permitan discriminar FEVD $\leq 45\%$

	<i>Sensibilidad</i>	<i>Especificidad</i>
TAPSE $\leq 20,5$ mm	74%	37%
Onda s´ lateral $\leq 11,05$ cm/s	89%	54%
Onda s´ septal $\leq 8,4$ cm/s	83%	51%
FAC $\leq 50,5\%$	89%	39%
Índice Tei $\geq 0,12$	90%	30%

DISCUSIÓN

La insuficiencia pulmonar es una secuela frecuente tras la cirugía de las cardiopatías congénitas; al igual que en la literatura², en nuestra serie, es la Tetralogía de Fallot intervenida una de las cardiopatías que con más frecuencia se asocian a esta anomalía. A pesar de la buena tolerancia clínica, la incidencia de eventos durante el seguimiento en la vida adulta es significativa como se demuestra en nuestro trabajo, donde el 31,7% de los pacientes presentan algún evento clínico en el seguimiento desde que se realizó la cirugía correctora de su cardiopatía.

En la evolución de estos pacientes la IP provoca una dilatación progresiva del VD por sobrecarga de volumen. La reducción del volumen del VD es observada cuando se realiza el recambio valvular en el momento adecuado, puesto que un recambio precoz puede prevenir las complicaciones de la insuficiencia pulmonar crónica⁷; no obstante, esta indicación de recambio tendrá que estar balanceada con la mortalidad precoz y la duración de la prótesis u homoinjerto elegido dado que la mortalidad en este grupo es baja, pero se incrementa con las múltiples operaciones o al asociar reparación de otras anomalías. En nuestros pacientes, la media del volumen telediastólico indexado del VD es próxima a 150 ml/m², que algunos autores marcan como punto de corte a partir del cual se debe indicar la cirugía⁷, lo que supone que la mayoría de los pacientes en el seguimiento tendrán que intervenir.

Este trabajo intenta valorar qué correlación existe entre los parámetros medidos por CRMN y ecocardiografía en la valoración de VD en pacientes con IP significativa. El objetivo es ver si en el seguimiento en la consulta estos pacientes podrían ser valorados por ecocardiografía, prueba más barata y accesible, hasta que se observen datos que nos indiquen que la disfunción o dilatación del VD es significativa, y por tanto, precisen de la realización

de CRMN para valorar la necesidad de cirugía, dado que esta prueba es el patrón oro en la evaluación del VD. En general, existe una limitación importante en el cálculo de estos parámetros ecocardiográficos puesto que depende de que los pacientes tengan una ventana acústica aceptable, lo que en ocasiones es complicado puesto que ya han sido intervenidos.

En esta serie la media del VTDVDi medido por CRMN es de $144,8 \pm 41,2$ ml/m² que indica que los pacientes controlados en nuestra consulta presenta dilatación del VD lo que es concordante con los parámetros ecocardiográficos, puesto que la media de diámetro basal, medio, TSVD1, TSVD2 y áreas telediastólicas y telesistólicas de VD están por encima de los valores normales según las guías¹². Sin embargo, según los resultados obtenidos en este trabajo los parámetros ecocardiográficos de VD habituales se correlacionan débilmente con los resultados por CRMN. En un trabajo realizado por Lytrivi et al en 2005¹⁶ donde se valoró la correlación de parámetros ecocardiográficos de función de VD con FEVD por CRMN en pacientes con cardiopatías congénitas sólo se obtuvo una correlación significativa con la onda s lateral ($r=0,65$) y el IVA (myocardial acceleration during isovolumic contraction) ($r=0,73$) sin obtener significación en el resto de parámetros. En este artículo se especula que la débil correlación del índice de Tei con la FEVD podría ser debido a que ese índice valora tanto la función sistólica como la diastólica y que la FEVD sólo tiene en cuenta la primera, por lo tanto, el índice de Tei demostraría una disfunción global. Con respecto a este parámetro en nuestro estudio se obtiene un valor medio de 0,20, menor que el esperado para un grupo de pacientes con FEVD media del 48%. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Schwerzmann et al¹⁷ en pacientes con Tetralogía de Fallot (Tei de $0,21 \pm 0,10$ en pacientes con función de VD normal). Estos autores sugieren que una posible explicación a estos resultados, que demuestran un índice de Tei bajo en esta población, sería que en un alto

porcentaje de pacientes con Tetralogía de Fallot la fisiología del VD es restrictiva por lo que el tiempo de relajación estaría acortado lo que provocaría un valor menor del índice de Tei.

De todas formas, nuestra intención es ver si los parámetros ecocardiográficos permiten identificar con suficiente sensibilidad a aquellos pacientes que presenten dilatación y disfunción significativas del VD. De tal manera que aquellos pacientes que tenga valores inferiores a los puntos de corte calculados para los parámetros de tamaño de VD puedan ser seguidos con ecocardiografía dado que la posibilidad de que estos pacientes presenten un $VTDVDi > 150 \text{ ml/m}^2$ será muy baja. Mientras que en el momento que se detecten valores superiores se programen seguimientos con CRMN. Para ello, se han calculado puntos de corte con alta sensibilidad aunque menor especificidad.

Con los resultados obtenidos en este trabajo se evidencia que la correlación de los parámetros ecocardiográficos y la CRMN en los pacientes con IP no es suficiente para basar la indicación de cirugía según datos ecocardiográficos. Pero la ecocardiografía podría ser útil en el seguimiento de estos pacientes puesto que aquellos que presenten valores inferiores a los puntos de corte calculados tienen una probabilidad muy baja de tener dilatación y disfunción de VD, por lo que mientras se mantengan por debajo de estos valores podrían ser controlados con ecocardiografía.

Estos resultados deberían ser validados en otros estudios, por lo que por el momento es necesario realizar seguimientos con CRMN para valorar la afectación del VD y decidir el momento más adecuado para la cirugía de la IP. Además, si pretendemos utilizar la ecocardiografía para el seguimiento en este grupo de población, por su disponibilidad y bajo coste, es necesario estudiar otros parámetros de evaluación de ventrículo derecho²¹ por ecocardiografía como son el strain y strain rate o el cálculo de volúmenes y función del VD

con ecocardiografía 3-D que podrían caracterizar mejor el tamaño y la función del VD en estos pacientes.

CONCLUSIONES

La insuficiencia pulmonar, secuela frecuente tras la cirugía de las cardiopatías congénitas, es bien tolerada clínicamente durante años, pero la incidencia de eventos durante el seguimiento en la vida adulta es significativa como se demuestra en nuestra serie. Según los resultados obtenidos en nuestro trabajo, los parámetros ecocardiográficos de VD medidos habitualmente tienen una correlación débil con los datos obtenidos por CRMN aunque permiten discriminar dilatación y disfunción significativas del VD. El hecho de que la CRMN sea el patrón oro en la valoración volumétrica y funcional del ventrículo derecho y la débil correlación entre ambas técnicas, aconsejan que la ecocardiografía no sea la única técnica de imagen en el seguimiento de estos pacientes. No obstante, pensamos que la ecocardiografía es la técnica más adecuada y con un mejor perfil coste-eficacia en el control ambulatorio de aquellos pacientes que muestren valores inferiores a los puntos de corte indicados previamente porque la probabilidad de disfunción y dilatación del VD en estos casos será muy baja. Siendo necesaria la realización de forma seriada de estudios con CRMN para valorar la afectación de VD en el momento que estos valores se sobrepasen, puesto que el volumen medido por CRMN va a marcar la indicación de cirugía en los pacientes con insuficiencia pulmonar que se encuentren asintomáticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gregg D, Foster E. Pulmonary insufficiency is the nexus of late complications in Tetralogy of Fallot. *Curr Cardiol Rep* 2007;9:315-322.
2. Bouzas B, Kilner P J, Gatzoulis MA. Pulmonary regurgitation: not a benign lesion. *Eur Heart J* 2005;26:433-439.
3. Chaturvedi R, Redington AN. Pulmonary regurgitation in congenital heart disease. *Heart* 2007;93:880-889.
4. Davlouros P A, Karatza A A, Gatoulis M A et al. Timing and type of surgery for severe pulmonary regurgitation after repair of Tetralogy of Fallot. *Int J Cardiol* 2004;97:91-101.
5. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, Child JS et al. ACC/AHA 2008 Guidelines for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:43-e263.
6. Baumgartner H, Bonhoeffer P, M.S. De Groot N et al. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J* 2010;31:2915-2957.
7. Valsangiacomo ER, Dave HH, Kellenberger CJ et al. Remodelling of the right ventricle after early pulmonary valve replacement in children with repaired tetralogy of Fallot: assessment by cardiovascular magnetic resonance. *Eur Heart J* 2005;26:2721-2727.
8. Therrien J, Provost Y, Merchant N et al. Optimal timing for pulmonary valve replacement in adults after Tetralogy of Fallot repair. *Am J Cardiol* 2005;95:779-782.

9. Hasmukhlal H, Valsangiacomo E, Dodge-Khatami A et al. Early insertion of a pulmonary valve for chronic regurgitation helps restoration of ventricular dimensions. *Ann Thorac Surg* 2005;80:1615-1621.
10. Oosterhof T, Van Straten A, Vliegen H W et al. Preoperative thresholds for pulmonary valve replacement in patients with corrected tetralogy of fallot using cardiovascular magnetic resonance. *Circulation* 2007;116:545-551.
11. Warnes CA. Adult congenital heart disease: importance of the right ventricle. *JACC* 2009;54:1903-10.
12. Rudski L, Lai W, Afilalo J et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010;23:685-713.
13. Elif E, Gülmez Ö, Özyqe U et al. Tissue doppler study of the right ventricle with a multisegmental approach: comparison with cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2009;22:361-368.
14. Ghio S, Recusani F, Klersy C et al. Prognosis usefulness of the tricuspid annular plane systolic excursion in patients with congestive heart failure secondary to idiopathic or ischemic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2000;85:837-842.
15. Meluzin J, Spiránová L, Hude P et al. Prognostic Importance of various echocardiographic right ventricular functional parameters in patients with symptomatic heart failure. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:435-444.
16. Lytrivi I D , Lai W, Ko H et al. Color Doppler Tissue Imaging for Evaluation of Right Ventricular Systolic Function in Patients with Congenital Heart Disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1099-1104.

17. Schwerzmann M et al. Comparison of Echocardiographic and Cardiac Magnetic Resonance Imaging for Assessing Right Ventricular Function in Adults With Repaired Tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 2007;99:1593–1597.
18. Friedberg M K. Tissue velocities, strain, and strain rate for echocardiographic assessment of ventricular function in congenital heart disease. *Eur J Echocardiogr* 2009;10:585-593.
19. Toyono M, Harada K, Tamura M et al. Myocardial acceleration during isovolumic contraction as a new index of right ventricular contractile function and its relation to pulmonary regurgitation in patients after repair of Tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:332-337.
20. Eidem B W, O'Leary P W, Tei C et al. Usefulness of the Myocardial Performance Index for Assessing Right Ventricular Function in Congenital Heart Disease. *Am J Cardiol* 2000;86:654-658.
21. Wang J et al. Comparison of Novel Echocardiographic Parameters of Right Ventricular Function with Ejection Fraction by Cardiac Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;20:1058-1064.