



**CORRELACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA TRIDIMENSIONAL DE LAS
MEDICIONES DEL APARATO VALVULAR TRICUSPÍDEO EN UNA COHORTE
DE PACIENTES DE UN HOSPITAL UNIVERSITARIO**

MANUEL AGUSTÍN PAZ MENESES
Fellow de Ecocardiografia
CC 80817935

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
BOGOTÁ, OCTUBRE DE 2019**

**CORRELACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA TRIDIMENSIONAL DE LAS
MEDICIONES DEL APARATO VALVULAR TRICUSPÍDEO EN UNA COHORTE
DE PACIENTES DE UN HOSPITAL UNIVERSITARIO**

**Trabajo de investigación para optar al título de:
ESPECIALISTA EN ECOCARDIOGRAFÍA**

**Presentado por:
MANUEL AGUSTÍN PAZ MENESES**

Tutor temático
Dra. Frida Tatiana Manrique
Cardióloga - Ecocardiografista

Tutor metodológico
Dra. Karen Moreno
Epidemióloga - Asesora Instituto de Investigaciones

Nota de Salvedad

La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en el trabajo; solo velarán por el rigor científico, metodológico y ético de este en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Identificación del trabajo de investigación

Institución académica: Universidad del Rosario.

Dependiente: Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud.

Título de la investigación: Correlación ecocardiográfica tridimensional de las mediciones del aparato valvular tricuspídeo en una cohorte de pacientes de un hospital universitario.

Instituciones participantes: Fundación Cardioinfantil- Instituto de Cardiología - Servicio de Cardiología No invasiva.

Tipo de investigación: Estudio observacional de corte transversal analítico.

Investigador principal: Manuel Agustín Paz Meneses

Investigador asociado: Lic. Gonzalo Flórez Lesmes

Asesor clínico o temático: Dra. Frida Tatiana Manrique

Asesor metodológico: Karen Moreno

Tabla de Contenido

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
2. MARCO TEÓRICO	9
3. OBJETIVOS.....	13
1. OBJETIVO GENERAL	13
1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4. MÉTODOS	14
5. CONSIDERACIONES ÉTICAS	22
7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	23
8. RESULTADOS	23
9. DISCUSIÓN	37
10. CONCLUSIONES	41

RESUMEN

Objetivo

El objetivo de nuestro estudio es evaluar la relación entre las mediciones ecocardiográficas del aparato valvular tricuspídeo según el tipo de procedimiento (ecocardiografía transtorácica y ecocardiografía transesofágica tridimensional) en un grupo de pacientes remitidos al Laboratorio de Ecocardiografía de la Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología.

Métodos

Se plantea un estudio observacional analítico en pacientes remitidos al Laboratorio de Ecocardiografía, tanto ambulatorios como hospitalizados, con indicación de realización de ecocardiograma transesofágico por cualquier motivo. Se realizarán mediciones de la morfología valvular tricuspídea mediante dos técnicas ecocardiográficas: ecocardiografía transtorácica y ecocardiografía transesofágica tridimensionales. Se analizará la correlación de las mediciones por ambas técnicas y se ajustará por las variables de confusión.

Resultados

Se incluyeron 107 participantes. Tanto las mediciones repetidas por el mismo evaluador, como las mediciones entre las dos técnicas ecocardiográficas mostraron correlación utilizando el estadístico de Pearson ($p < 0,001$). El diámetro de la valva posterior fue la medida con mayor correlación entre las dos técnicas (correlación de Pearson: 0,974; IC 95%: 0,956-0,986). No se encontraron diferencias entre la población con antecedentes patológicos y quienes no tenían ningún antecedente.

Conclusiones

Las mediciones del aparato valvular tricuspídeo realizadas con ecocardiografía transtorácica tridimensional se correlacionan con las mediciones realizadas con ecocardiografía transesofágica tridimensional en la población estudiada. Deben descartarse variables que afecten la objetividad de las mediciones, como patologías específicas de las estructuras cardíacas.

Palabras clave: “válvula tricúspide”, “ecocardiografía tridimensional”, “transtorácica”, “transesofágica”

ABSTRACT

Objective

The aim of our study is to evaluate the relationship between echocardiographic measurements of the tricuspid valve according to the type of procedure (transthoracic and transesophageal three-dimensional echocardiography) in a group of patients referred to the Echocardiography Laboratory of the Fundación Cardioinfantil - Instituto de Cardiología

Methods

An analytical observational study is proposed in patients referred to the Echocardiography Laboratory, both outpatient and hospitalized, with indication of transesophageal echocardiogram for any reason. Tricuspid valve morphology measurements will be performed using two echocardiographic techniques: transthoracic three-dimensional echocardiography and transesophageal three-dimensional echocardiography. The correlation of the measurements by both techniques will be analyzed and adjusted by the confounding variables.

Results

107 participants were included. Both the measurements repeated by the same evaluator and the measurements between the two echocardiographic techniques showed correlation using the Pearson statistic ($p < 0.001$). The diameter of the posterior leaflet was the measure with the highest correlation between the two techniques (Pearson's correlation: 0,974; CI 95%: 0,956-0,986). No differences were found between the population with a pathological clinical history and those who had any clinical history.

Conclusions

The measurements of the tricuspid valve performed with transthoracic three-dimensional echocardiography correlate with the measurements made with transesophageal three-dimensional echocardiography in the population studied. Variables that affect the objectivity of the measurements, such as specific pathologies of cardiac structures, should be ruled out.

Key words: “tricuspid valve”, “three-dimensional echocardiography”, “transthoracic”, “transesophageal”

1.

Formulación del Problema

Hasta el momento se ha realizado gran esfuerzo en la evaluación ecocardiografía transtorácica y transesofágica de la válvula mitral y en la identificación exacta de las valvas mitrales afectadas y su planeación quirúrgica correctiva. Sin embargo este mismo esfuerzo no se ha visto en la evaluación ecocardiográfica de la válvula tricuspídea. En muchas ocasiones la evaluación anatómica de la válvula tricuspídea es subvalorada o casi olvidada dado que en la actualidad el foco de atención para cardiólogos, cirujanos cardiovasculares y hemodinamistas sigue siendo el estudio y tratamiento de la valvulopatía aórtica y mitral. Sin embargo ya se ha demostrado como la patología valvular tricuspídea, especialmente la insuficiencia, tiene impacto pronóstico en estos pacientes, y la planeación quirúrgica basada en una adecuada valoración anatómica de la válvula y anillo es de vital importancia (15). La ecocardiografía tridimensional mejora significativamente nuestra comprensión del mecanismo fisiopatológico de la valvulopatía tricuspídea al permitirnos observarla de forma completa mediante reconstrucción tridimensional, obstáculo observado con el método transtorácico bidimensional.

Algunos estudios han demostrado la buena correlación entre las medidas del anillo tricuspídeo tomadas mediante ecocardiografía tridimensional en tiempo real con las obtenidas mediante resonancia magnética, lo cual es muy importante a la hora de la evaluación pre quirúrgica de los pacientes que serán sometidos a intervención correctiva de patología de válvula tricuspídea, principalmente insuficiencia valvular (15). Es de utilidad además en la realización de planimetría del área valvular tricuspídea y las características particulares de cada una de las valvas como movilidad, grosor, ancho comisural, identificación de prolapsos y “flail” y ruptura de músculos papilares (16,17). Esto es uno de los fundamentos de la utilidad de la ecocardiografía tridimensional transtorácica ya que esta tiene la capacidad de brindar imágenes similares a la vista del cirujano tanto de las valvas como del anillo tricuspídeo. La evidencia sugiere que la técnica tridimensional transtorácica podría convertirse en un método de referencia no invasivo para valoración morfológica y funcional valvular tricuspídea.

Se pretende con este estudio realizar una descripción comparativa detallada de la anatomía y función del aparato valvular tricuspídeo con base en las mediciones obtenidas con ecocardiografía transtorácica tridimensional y ecocardiografía transesofágica tridimensional en una muestra de pacientes colombianos, como

punto de partida y aporte para obtención de valores de referencia de estudios tridimensionales en la valoración de esta estructura, mostrar el beneficio del uso de técnica transtorácica tridimensional no invasiva al obtenerse muy posiblemente medidas similares a las del método transesofágico más invasivo, además de mejorar y perfeccionar la curva de aprendizaje metodológico y técnico con respecto al uso de técnica tridimensional en la evaluación de pacientes con y sin patología valvular tricuspídea en la Fundación Cardioinfantil.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la relación entre las medidas ecocardiográficas del aparato valvular tricuspídeo comparando la técnica ecocardiográfica transtorácica tridimensional con la técnica ecocardiográfica transesofágica tridimensional en una cohorte de pacientes de la Fundación Cardioinfantil?

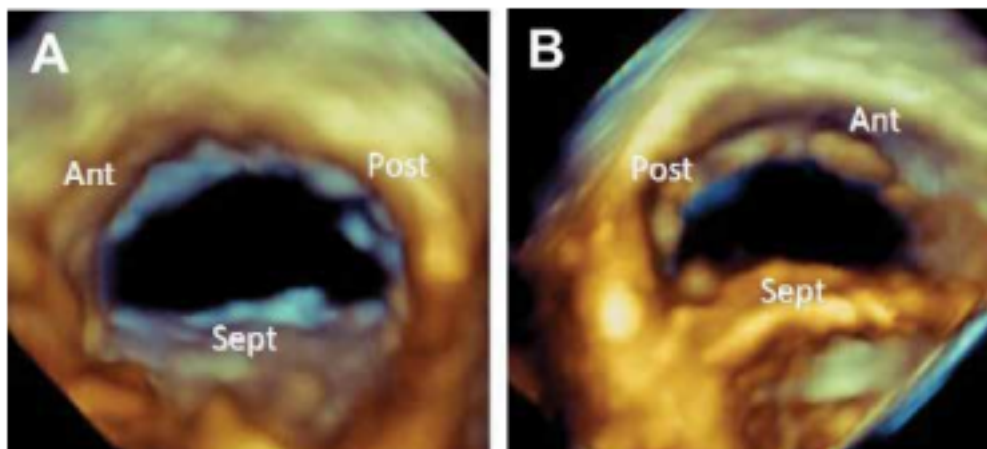
2. Marco Teórico

De las válvulas cardiacas, la tricúspide es una de las que mayor dificultad tiene para ser evaluada mediante ecocardiografía dado su compleja estructuralidad y posicionamiento a nivel torácico. Factores como su posición retroesternal y la gran variabilidad en su anatomía contribuyen a este problema técnico (1,2). Posee tres valvas asimétricas; anterior, inferior (posterior) y septal; pueden ser triangulares o semicirculares. La más grande es la anterior y la de menor tamaño es la septal. El anillo de la válvula tricuspídea es de forma oval y es más apical con respecto a la válvula mitral (distancia máxima de 10mm), siendo esta medida mayor en casos de Ebstein. La estructura del anillo tricúspide no es plana; su aspecto posteroseptal es más ventricular y su porción anteroseptal es más auricular. Su forma y tamaño cambian de manera dinámica dependiendo de las condiciones de carga durante el ciclo cardiaco (3). Su dilatación puede ser secundaria a dilatación del ventrículo derecho produciendo insuficiencia tricuspídea funcional; sin embargo, los agarres papilares tricuspídeos que nacen del septum y de músculos papilares variables adheridos a la pared libre cerca del septum, podrían explicar el por qué la válvula tricuspídea resulta menos afectada al dilatarse el ventrículo derecho en comparación con la mitral.

La dilatación anular progresa en dirección anteroposterior dado que su segmento septal está agarrado al soporte fibroso cardiaco. El área valvular normal es algo mayor que la de la válvula mitral (6-7 cm² en comparación con 4-6 cm²). El aparato subvalvular tricuspídeo esta constituido por las cuerdas tendinosas y los músculos papilares similar a la válvula mitral, aunque los músculos papilares son diferentes y están integrados a las trabeculaciones prominentes del ventrículo derecho apical.

La ecocardiografía tridimensional permite la visualización en tiempo real de la válvula tricuspídea tanto desde una vista auricular como ventricular, permitiendo una excelente caracterización morfológica y funcional, recomendándose por este motivo su uso a la hora de evaluación de esta estructura (4,5). Además ofrece importante ventaja para evaluar anatomías complejas valvulares como por ejemplo la insuficiencia tricuspídea orgánica, cardiopatía congénita como el Ebstein, y el prolapso valvular, e incluso en la evaluación de pacientes con dispositivo electrónico intracardiaco para valoración de la posición y relación con las valvas tricuspídeas en casos de insuficiencia pos implante (6,7)

La ecocardiografía 3D de la válvula tricuspídea permite la visualización de todos sus componentes desde un set único de volumen completo o evaluación focalizada de una región en particular usando modo 3D zoom con mayor resolución, lográndose obtener imágenes detalladas de la morfología valvular incluyendo tamaño y grosor de las valvas tricuspídeas, forma y tamaño del anillo, paredes miocárdicas y sus relaciones anatómicas, coaptación de las valvas y separación de las comisuras (8). Su adquisición mediante ecocardiografía transtorácica se realiza mediante las proyecciones del tracto de entrada del ventrículo derecho, cuatro cámaras apical, eje corto paraesternal y subcostal. Con técnica transesofágica se hace en las vistas de 0 a 30 grados con la válvula en el centro de la imagen o en la vista transgástrica a 40 grados con ante flexión.



Válvula tricuspídea vista desde el ventrículo hacia la aurícula donde se pueden observar las tres valvas.
Tomado de: Roberto M Lang et al. Rev Fed Arg Cardiol. 2015; 44. Edición Especial: 23-41.

El ventrículo derecho comprende una cámara principal con función de bomba y un infundíbulo o tracto de salida que actúa como conducto de comunicación entre la cámara principal y la arteria pulmonar. La forma del ventrículo derecho es en forma de media luna y posee estructuras delimitantes como un septum interventricular y las paredes libres a nivel anterior e inferior (diafragmática). La valoración del ventrículo derecho debe incluir el tamaño de la cavidad, el grosor de la pared y la función ventricular global. El tamaño es importante dado que su dilatación es un factor pronóstico en patologías primarias y secundarias (Ej: EPOC) que comprometan al ventrículo derecho.

La valoración global y completa del ventrículo derecho se ha considerado una práctica difícil dentro de la ecocardiografía transtorácica dado su peculiar morfología y función. Su evaluación es fácilmente realizable mediante ecocardiografía transtorácica, sin embargo dada la mala calidad de imagen o el acceso limitado del transductor a la caja torácica puede hacer necesario el uso de ecocardiografía transesofágica. Dentro de sus principales características peculiares se encuentran: sus 3 unidades funcionales y anatómicas (tracto de entrada, cuerpo ventricular y tracto de salida) las cuales muestran diferente disposición de fibras musculares (longitudinales en tracto de entrada y circunferenciales en tracto de salida), presencia de abundante trabeculación y banda moderadora.

El ventrículo derecho hace parte del aparato valvular tricuspídeo. Su descripción ecocardiográfica convencional transtorácica tiene bastantes limitaciones técnicas y es casi imposible la visualización de las tres valvas tricuspídeas de forma simultánea. Se pueden obtener algunos datos más de dichas estructuras mediante la ecocardiografía transesofágica a través del posicionamiento, angulación y

rotación de la sonda; sin embargo, dado su posición en el campo lejano, la información obtenida sigue siendo insuficiente. La ecocardiografía tridimensional provee resolución y calidad superiores de las imágenes del ventrículo derecho y aparato valvular comparado con técnica bidimensional. La Sociedad Americana de Ecocardiografía recomienda el uso de imágenes adicionales a las convencionales para la visualización completa de la válvula tricuspídea a varios planos y profundidades de la sonda. Con la reconstrucción transesofágica tridimensional de la válvula se puede mejorar la caracterización del aparato valvular tricuspídeo y estructuras adyacentes evitando la necesidad de reconstrucción mental con varios planos bidimensionales.

La ecocardiografía tridimensional permite la cuantificación de la geometría, volúmenes y función ventricular (9,10) y se considera que ésta técnica es más exacta y reproducible en comparación con la bidimensional y es especialmente útil en casos como falla cardíaca avanzada, cardiopatía congénita, embolismo pulmonar, hipertensión pulmonar y displasia del ventrículo derecho (11). La calidad de la imagen tridimensional se encuentra en evolución y continúa mejorando, las adquisiciones multi-latido tienden a tener mayores frame rates y mucha mejor calidad de imagen.

Aunque el tamaño del ventrículo derecho en la ecocardiografía transesofágica se evalúa de forma visual y se considera normal cuando es menor de 2/3 del diámetro del izquierdo, las guías internacionales publicadas hasta la fecha solo muestran valores de referencia de tamaño y función en ecocardiografía transtorácica. Se realiza generalmente en las proyecciones medio esofágicas y en las trans gástricas obteniéndose cortes en eje largo y corto. No existen datos suficientes a la fecha para generar recomendaciones de valores específicos de dimensión y función del ventrículo derecho (12).

Varios estudios han demostrado buena correlación entre las mediciones cuantitativas tridimensionales de los volúmenes ventriculares derechos y la función ventricular con respecto a los obtenidos mediante resonancia magnética, incluso con importantes ventajas como son su portabilidad, la realización a la cabecera del paciente, costo efectividad y la tolerabilidad de la mayoría de pacientes (14).

3. Objetivos

1. Objetivo General

Determinar la relación entre las mediciones del aparato valvular tricuspídeo según la técnica utilizada: ecocardiografía transtorácica vs. ecocardiografía transesofágica tridimensionales en una cohorte de pacientes de la Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología.

1. Objetivos Específicos

1. Describir las características demográficas de la población de estudio.
2. Explorar la consistencia intra-observador de las mediciones ecocardiográficas del aparato tricuspídeo.
3. Explorar la relación existente entre las mediciones del aparato valvular tricuspídeo según el tipo de técnica utilizada (ecocardiografía transtorácica; ecocardiografía transesofágica tridimensionales) y la naturaleza de la medición (tamaño de las valvas tricuspídeas; mediciones del anillo tricuspídeo, área valvular tricuspídea).
4. Generar una estrategia para guiar los procedimientos ecocardiográficos según la consistencia de las mediciones y la relación existente entre las dos técnicas ecocardiográficas en estudio.

4. Métodos

Tipo y diseño general del estudio

Estudio observacional de corte transversal analítico.

Marco Muestral

Población objetivo:

Pacientes remitidos al laboratorio de ecocardiografía de la Fundación Cardioinfantil con indicación clínica para realización de ecocardiograma transesofágico. Se reclutaran los pacientes el día en que tienen programado su estudio ecocardiográfico transesofágico.

Criterios de inclusión

- Adultos mayores de 18 años.
- Aceptación y firma de consentimiento informado para realización de ecocardiografía transesofágica
- Pacientes remitidos al laboratorio de ecocardiografía de la Fundación Cardioinfantil provenientes de ámbito ambulatorio, hospitalizados y urgencias, con indicación de realización de ecocardiograma transesofágico.
- Obtención de un estudio ecocardiográfico transtorácico y transesofágico tridimensional con adecuada calidad técnica para medición y análisis de imágenes.

Criterios de exclusión

- Negación a firma de consentimiento informado para realización del procedimiento.

- Pacientes con contraindicación absoluta para realización de ecocardiograma transesofágico.

Cálculo del tamaño de la muestra y muestreo

Desde un planteamiento unilateral, se calcula el tamaño de muestra para determinar que la correlación entre las medidas ecocardiográficas tomadas por la técnica transtorácica tridimensional en relación a la técnica transesofágica tridimensional tiene un coeficiente de correlación lineal de Pearson de 0,3.

El cálculo del tamaño muestral, para una hipótesis de correlación, se calcula mediante la expresión:

$$n = \left(\frac{z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta}}{\frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right)} \right)^2 + 3$$

Donde los valores de Z se toman de la distribución normal estándar; con un poder estadístico de 80% y una seguridad del 95%. Se obtiene un valor de n de 85. Asumiendo 20% de pérdidas, el tamaño final estimado del tamaño de la muestra es de 107 personas.

Se realizará un muestreo no probabilístico de todos los pacientes que cumplan los criterios de inclusión hasta cumplir el tamaño estimado de muestra.

Técnicas, procedimientos y formato de recolección de datos

Se trata de un estudio descriptivo. Se obtienen las imágenes ecocardiográficas transtorácicas y transesofágicas mediante el uso de una sonda con capacidad de muestreo bidimensional y tridimensional (3D) tanto en tiempo real como en volumen completo y se realizan las mediciones del aparato valvular tricuspídeo en sus diferentes segmentos anatómicos (anillo, valvas, área valvular tricuspídea)

Todos los datos se recogerán en los formatos respectivos de recolección, se trasladarán posteriormente a una base de datos para la organización y tabulación de los resultados. Se hará un análisis descriptivo de todas las variables cuantitativas y se comparará la distribución, correlación y homogeneidad de las

medidas entre ecocardiografía tridimensional transtorácica y transesofágica tridimensionales.

Adquisición de imágenes y cuantificación de variables:

Se realizará evaluación tridimensional transtorácica y transesofágica mediante un transductor Phillips y General Electric. Las imágenes digitales se guardarán y se analizarán en el software del equipo respectivo. Las mediciones se basarán en las recomendadas por la Sociedad Americana de Ecocardiografía para cuantificación de cámaras derechas.

Todo ecocardiograma transesofágico realizado en la Fundación Cardioinfantil por protocolo requiere la realización de un ecocardiograma transtorácico previo al procedimiento. Se comienza la valoración transtorácica tridimensional del aparato valvular tricuspídeo en las proyecciones convencionales:

- Vista del tracto de entrada del ventrículo derecho obtenida en el eje paraesternal o en 4 cámaras apical centrado en ventrículo derecho o a nivel subcostal.

Posteriormente durante la realización del ecocardiograma transesofágico se toman imágenes tridimensionales a nivel medio esofágico con la proyección de 4 cámaras la cual es análoga a la proyección de 4 cámaras transtorácica. Se ajusta la imagen para maximizar el diámetro del anillo tricuspídeo (entre 0 y 20 grados), con la precaución de no acortar el ápex.

Dado la posición del corazón con respecto al esófago y estómago, las proyecciones medio esofágica, esofágica distal y transgástrica acercan al transductor a la válvula tricuspídea para la toma de imágenes 3D.

Una vez la imagen de la válvula tricuspídea se optimiza mediante método bidimensional (2D), se aplica el modo 3D zoom o volumen completo. La valva septal debe posicionarse a las 6, sin importar la perspectiva. Esto permite evaluar enfermedad valvular como prolapsos, perforación o vegetación. Los planos pueden ajustarse mediante el método de corte o cropping para visualizar porciones específicas de la válvula tricuspídea que se deseen medir; los volúmenes obtenidos deben incluir estructuras anatómicas adyacentes (aorta, septum interventricular, válvula mitral) como ayuda en la identificación de las valvas (válvula aortica y la aorta para la valva anterior, el septo interauricular y la válvula mitral para identificar la valva septal).

El modo volumen completo permite visualizar todo el aparato tricuspídeo desde el anillo hasta los músculos papilares permitiendo, por ejemplo, el diagnóstico del mecanismo involucrado en el movimiento anormal de las valvas:

1. Plano medio esofágico: la proyección de 4 cámaras permite la visualización de la valva septal y la anterior. La proyección biplano permite aclarar cual de las valvas se está visualizando ya que la anterior se encuentra adyacente a la aorta.
2. Plano esofágico distal: en este plano no se encuentra ya la aurícula izquierda, solo se puede observar la aurícula derecha y el seno coronario. Es ideal para la valoración funcional de la válvula tricuspídea y adquisición de volúmenes 3D.
3. Plano transgástrico: mediante método multiplano y rotación de 60-90, se puede visualizar la única proyección capaz de obtener la imagen de la válvula tricuspídea y sus 3 valvas de forma simultánea para valoración funcional completa.

Es factible obtener imágenes en volumen completo del ventrículo derecho y el análisis off-line del volumen 3D permite delinear el endocardio sin hacer presunciones geométricas. Cuando el ventrículo derecho puede valorarse mediante volumen 3D, se pueden realizar medidas confiables de los volúmenes tele diastólicos y tele sistólicos y cálculos secundarios (fracción de eyección y volumen sistólico).

Tabla de descripción de variables

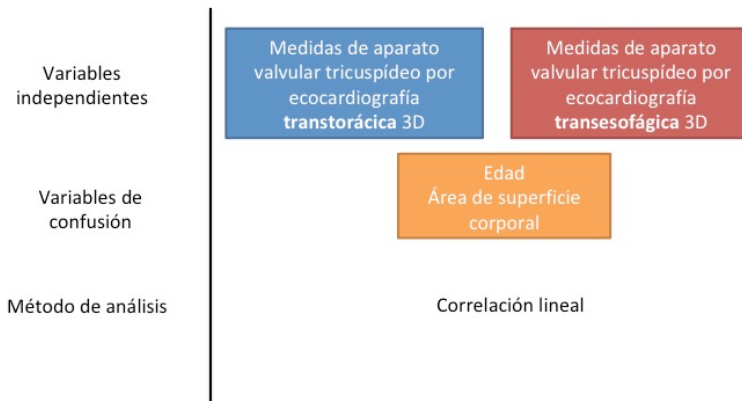
Variables:

Nombre	Definición	Medición	Codificación
Edad	Años de vida	Razón	años
Sexo	Condición sexual	Nominal	0: hombre 1: mujer
Área superficie corporal	Superficie del cuerpo basado en peso y altura	Razón	Metros cuadrados

Indicación del ecocardiograma transesofágico	Motivo de realización del estudio	Categoría	
Valvulopatía tricuspídea	Enfermedad de válvula tricúspide	Nominal	0: si 1: no
Disfunción ventricular derecha	Función sistólica del ventrículo derecho anormal	Nominal	0: si 1: no
Dilatación ventricular derecha	Diámetros del ventrículo derecho aumentados	Nominal	0: si 1: no
Cor pulmonar	Falla cardíaca derecha de causa pulmonar	Nominal	0: si 1: no
Presencia de electrodos	Marcapaso, CDI o CR	Nominal	0: si 1: no
Ecocardiograma	Tipo de ecocardiograma tridimensional realizado	Nominal	0: transtorácico 1: transesofágico
Área máxima anillo tricuspídeo ETT	Área por planimetría del anillo tricuspídeo, medida con ecocardiografía transtorácica tridimensional	Razón	Cm ²
Área valvular tricuspídea ETT	Área por planimetría de la válvula tricuspídea, medida con ecocardiografía transtorácica tridimensional	Razón	Cm ²

Diámetro valva tricuspídea ETT	Distancia entre punto de inserción y borde libre, medida con ecocardiografía transtorácica tridimensional	Razón	mm
Diámetro anillo tricuspídeo ETT	Distancia entre borde septal y lateral del anillo tricuspídeo en diástole, medida con ecocardiografía transtorácica	Razón	mm
Área máxima anillo tricuspídeo ETE	Área por planimetría del anillo tricuspídeo, medida con ecocardiografía transesofágica	Razón	Cm2
Área valvular tricuspídea ETE	Área por planimetría de la válvula tricuspídea, medida con ecocardiografía transesofágica	Razón	Cm2
Diámetro valva tricuspídea ETE	Distancia entre punto de inserción y borde libre, medida con ecocardiografía transesofágica	Razón	mm
Diámetro anillo tricuspídeo ETE	Distancia entre borde septal y lateral del anillo tricuspídeo en diástole, medida con ecocardiografía transesofágica	Razón	mm

Diagrama de variables



Plan de análisis

- Objetivo específico 1: Describir las características demográficas de la población de estudio.

La población se describirá en términos de la variable edad (promedio y desviación estándar) y sexo (proporciones de hombres y mujeres).

- Objetivo específico 2: Explorar la consistencia intra-observador de las mediciones ecocardiográficas del aparato tricuspídeo.

Se realizarán como mínimo dos mediciones en cada una de las variables (cuantitativas) y se realizará una correlación de Pearson entre las dos mediciones y para cada variable con el fin de explorar si existen variaciones en el mismo observador. Esto se realizará tanto para la técnica de ecocardiografía transtorácica como transesofágica.

- Objetivo específico 3: Relacionar las mediciones del aparato valvular tricuspídeo según el tipo de técnica utilizada (ecocardiografía transtorácica tridimensional; ecocardiografía transesofágica tridimensional).

Todas las mediciones ecocardiográficas que se realicen por una técnica (ecocardiograma transtorácico tridimensional) serán correlacionadas con las

mediciones correspondientes medidas mediante la segunda técnica (ecocardiograma transesofágico tridimensional). Se utilizará la correlación de Pearson como método estadístico.

Para evaluar la relación de las variables de confusión (edad y área de superficie corporal) con la correlación de las mediciones del aparato valvular tricuspídeo, se dividirá la población en grupos etarios y según área de superficie corporal. En los subgrupos se explorará de nuevo la correlación entre las mediciones realizadas con ecocardiografía transtorácica y con ecocardiografía transesofágica tridimensionales.

- Objetivo específico 4: Generar una estrategia para guiar los procedimientos ecocardiográficos según la consistencia de las mediciones y la relación existente entre las dos técnicas ecocardiográficas en estudio.

Según los resultados de correlación se creará un algoritmo que indique las mediciones de la válvula tricúspide que mejor se relacionen, según la técnica en la que se toman. Aquellas con menor correlación derivarán en la necesidad de corroborar los hallazgos mediante otras técnicas.

Resultados esperados

La adquisición de imágenes tridimensionales en bloque completo a través de ecocardiografía transtorácica puede llevarse a cabo de forma rápida y no invasiva obteniendo mediciones similares a las encontradas mediante método tridimensional transesofágico, con la gran ventaja de la visualización simultánea del aparato valvular tricuspídeo con la consecuente mejoría en la valoración morfológica y funcional de dicha estructura.

Recursos disponibles

El laboratorio de ecocardiografía de la Fundación Cardioinfantil cuenta con el equipo humano calificado y la tecnología suficiente (ecocardiógrafos GE, Phillips, sondas transesofágicas multiplano y software de estudio tridimensional) para la realización del presente estudio. El financiamiento está a cargo de los investigadores.

5.

Consideraciones Éticas

De acuerdo a la Resolución 8430 de 1993 el presente trabajo se clasifica como una investigación de riesgo mínimo pues se estará tomando una medición corporal a los sujetos de estudio. Las mediciones a evaluar en este estudio provienen de una prueba diagnóstica utilizada de manera habitual en los pacientes en estudio de cardiopatía con indicación ya establecida de realización de ecocardiografía transesofágica en la Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología. El paciente tiene la total autonomía y libertad para participar o no en el presente estudio, y puede retirarse en cualquier momento. También podrá informar que sus datos no sean utilizados con fines de esta investigación y ello no traerá consecuencias en su manejo habitual. Se les explicará verbalmente y mediante lectura de consentimiento informado los objetivos del presente estudio. Se conservará la confidencialidad de los pacientes almacenando en la base de datos electrónica la identificación de cada paciente en forma alfa numérica, con un respectivo código que evite la fácil identificación de los datos personales. Los resultados de todo este análisis se usaran solo con fines académicos y se guardaran en la base de datos del servicio de Ecocardiografía de la institución y se dará respectivo informe y copia a la oficina de investigación.

6. Presupuesto

En la realización del presente trabajo se destinarán los recursos económicos que se encuentran en la siguiente tabla, los cuales son asumidos completa y exclusivamente por los investigadores:

	Cantidad	Descripción	Valor unidad	Valor total
Resmas de papel carta	2	Para impresión de documentos y formatos	\$10.000	\$20.000
Esferos	2	Para registro en formato de recolección	\$2.0000	\$4.000
Carpeta de aros	1	Archivo de formatos de recolección	\$12.000	\$12.000
Cartucho tinta	2	Impresión de documentos	\$80.000	\$160.000

Computador	1		\$1.000.000	\$1.000.000
Software análisis estadístico	1	Análisis estadístico computarizado	\$180.000	\$180.000
			Total	\$1.376.000

7. Cronograma de Actividades

Actividad	May 2018	Jun 2018	Jul 2018	Agosto 2019	Septiembre 2019	Octubre 2019
Aprobación del protocolo Comités Ética e Investigación FCI	x					
Recolección de muestra		x	x			
Análisis de resultados				x	x	
Presentación del trabajo						x

8. Resultados

Se obtuvo un total de 107 participantes en el estudio, de los cuales 49 (45,8%) fueron hombres. El promedio de edad fue 54,8 años (DE: 16,2 años). El peso y la talla promedios fueron 68,3 Kg (DE: 12,8 Kg) y 164,3 cm (DE: 8,6 cm), respectivamente. De los antecedentes patológicos indagados, la insuficiencia cardiaca congestiva fue la más frecuente, encontrándose en el 27,1% de la población; seguido de enfermedad tricuspídea (12,1%), hipertensión pulmonar (10,3%), presencia de dispositivo cardiaco (4,7%), EPOC (1,9%) y tromboembolismo pulmonar (1,9%). Ninguna persona tuvo antecedente de SAHOS. Ver tabla 1.

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de la población de estudio.

CARACTERÍSTICA	n	%
Sexo masculino	49	45,8
Edad (años; media, DE)	58,8	16,2
Talla (cm; media, DE)	164,3	8,6
Peso (Kg; media, DE)	68,3	12,8
Antecedentes		
EPOC	2	1,9
Hipertensión Pulmonar	11	10,3
Insuficiencia Cardíaca Congestiva	29	27,1
Enfermedad tricuspídea	13	12,1
Tromboembolismo pulmonar	2	1,9
SAHOS	-	-
Dispositivo cardíaco	5	4,7

Para el caso de la ecocardiografía transtorácica, las mediciones repetidas para cada una de las variables anatómicas evaluadas mostraron correlación entre sí según el estadístico de Pearson ($p < 0,001$). Las variaciones dadas por la desviación estándar de cada una de las mediciones no muestra ningún patrón. En la primera medición, el diámetro de la valva anterior fue la medida con mayor desviación estándar (4,9cm para ambas medidas). El área de la válvula tricúspide fue la medida con menor dispersión, tanto para la medición 1 como para la medición 2 (desviación estándar de 0,6cm² en ambos casos). La correlación más alta se observó en el diámetro de la valva anterior (correlación de Pearson = 0,999; IC 95%: 0,999-0,999). Ver tabla 2.

Tabla 2. Correlación entre dos mediciones con ecocardiografía transtorácica tridimensional

Medición	Medición 1		Medición 2		Correlación (IC95%)	p
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		
Área máxima anillo tricuspídeo (cm ²)	11,9	1,3	12	1,2	0,967 (0,939-0,984)	<0,001
Diámetro valva anterior (mm)	25,4	4,9	25,5	4,9	0,999 (0,999-0,999)	<0,001
Diámetro valva septal (mm)	20,4	3,3	20,2	3,2	0,922 (0,759-0,998)	<0,001
Diámetro valva posterior (mm)	23,6	4,4	23,8	4,4	0,989 (0,969-0,999)	<0,001
Diametro mínimo anillo tricuspideo (mm)	35,1	2,9	35,2	2,9	0,993 (0,991-0,995)	<0,001
Diámetro máximo anillo tricúspideo (mm)	43	1,8	43,1	1,8	0,960 (0,906-0,989)	<0,001
Área de la válvula tricuspídea (cm ²)	7,5	0,6	7,5	0,6	0,939 (0,88-0,972)	<0,001

De forma similar, en el caso de la ecocardiografía transesofágica, las mediciones repetidas mostraron correlación, siendo esto estadísticamente significativo ($p < 0,001$ para el estadístico de Pearson). Todas las mediciones tuvieron diferencias entre las áreas de dispersión muy pequeñas; entre estas se puede observar que varía como máximo 0,1cm². El área de la válvula tricuspídea fue la medida con menor dispersión (desviación estándar de 0,6 cm² en la medición 1 y desviación estándar de 0,5 cm² en la medición 2). La correlación más alta se observó en el diámetro de la valva posterior (correlación de Pearson=0,999; IC 95%:0,999-0,999). Ver tabla 3.

Tabla 3. Correlación entre dos mediciones con ecocardiografía transesofágica tridimensional

Medición	Medición 1		Medición 2		Correlación (IC95%)	p
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		
Área máxima anillo tricuspídeo (cm ²)	12,3	1,1	12,4	1,2	0,988 (0,981-0,993)	<0,001
Diámetro valva anterior (mm)	26,1	4,8	26	4,7	0,978 (0,933-0,999)	<0,001
Diámetro valva septal (mm)	20,8	3,2	20,9	3,3	0,997 (0,993-0,999)	<0,001
Diámetro valva posterior (mm)	24,3	4,3	24,4	4,3	0,999 (0,999-0,999)	<0,001
Diametro mínimo anillo tricuspídeo (mm)	35,7	2,8	35,9	2,8	0,985 (0,962-0,997)	<0,001
Diámetro máximo anillo tricúspideo (mm)	43,1	1,8	43,2	1,8	0,992 (0,985-0,995)	<0,001
Área de la válvula tricuspídea (cm ²)	7,5	0,6	7,6	0,5	0,965 (0,928-0,986)	<0,001

Al comparar las mediciones ecocardiográficas por la vía transtorácica tridimensional con relación a la vía transesofágica tridimensional se muestra que para todas las variables anatómicas existe correlación ($p < 0,001$ para el estadístico de Pearson). Las medidas de dispersión para cada medición con cada una de las técnicas ecocardiográficas son semejantes. Así, se puede observar que las diferencias entre las medidas de dispersión para cada variable no supera el 10% entre ellas. Por ejemplo, la dispersión del área máxima del anillo tricuspídeo (desviación estándar de 1,3 cm²) aumenta en 7% con la técnica transesofágica (desviación estándar de 1,2cm²) respecto con la técnica transtorácica. Las demás variables muestran dispersiones mucho más similares dado que la medida se

describe en milímetros. El diámetro máximo del anillo tricuspídeo y el área de la válvula tricuspídea mostraron medidas de tendencia central y de dispersión iguales (43 mm +/- 1,8 mm y 7,5 mm +/- 0,6 mm, respectivamente). La correlación más alta se observó en el diámetro de la valva posterior (correlación de Pearson = 0,974; IC:0,956-0,986). Ver tabla 4.

Tabla 4. Correlación entre ecocardiografía transtorácica y ecocardiografía transesofágica tridimensionales

Medición	Ecocardiograma transtorácico		Ecocardiograma transesofágico		Correlación (IC95%)	p
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		
Área máxima anillo tricuspídeo (cm ²)	11,9	1,3	12,3	1,2	0,864 (0,806-0,910)	<0,001
Diámetro valva anterior (mm)	25,4	4,9	26,1	4,8	0,945 (0,887-0,984)	<0,001
Diámetro valva septal (mm)	20,4	3,3	20,8	3,2	0,861 (0,71-0,966)	<0,001
Diámetro valva posterior (mm)	23,6	4,4	24,3	4,3	0,974 (0,956-0,986)	<0,001
Diámetro mínimo anillo tricuspídeo (mm)	35,1	2,9	35,7	2,8	0,925 (0,873-0,959)	<0,001
Diámetro máximo anillo tricuspídeo (mm)	43	1,8	43,1	1,8	0,798 (0,717-0,868)	<0,001
Área de la válvula tricuspídea (cm ²)	7,5	0,6	7,5	0,6	0,684 (0,588-0,759)	<0,001

Al analizar las correlaciones según la variable edad, estratificada en menores y mayores de 60 años, se observa que para cada una de las mediciones ecocardiográficas, transtorácicas con relación a las transesofágicas, hay correlación estadísticamente significativa. Ver tabla 5.

Tabla 5. Correlación entre ecocardiografía transtorácica y ecocardiografía transesofágica tridimensionales, estratificando la variable edad en menores de 60 años y 60 o más años.

Medición	Correlación (IC95%)	<i>p</i>
Área máxima anillo tricuspídeo (cm ²)	0,864 (0,802-0,908)	<0,001
Diámetro valva anterior (mm)	0,945 (0,885-0,983)	<0,001
Diámetro valva septal (mm)	0,861 (0,695-0,968)	<0,001
Diámetro valva posterior (mm)	0,974 (0,957-0,987)	<0,001
Diámetro mínimo anillo tricuspídeo (mm)	0,925 (0,880-0,958)	<0,001
Diámetro máximo anillo tricuspídeo (mm)	0,798 (0,712-0,869)	<0,001
Área de la válvula tricuspídea (cm ²)	0,684 (0,593-0,763)	<0,001

Al analizar las correlaciones estratificando según la variable superficie corporal, se observa que para cada una de las mediciones ecocardiográficas, transtorácica con relación a transesofágica, hay correlación estadísticamente significativa. Ver Tabla 6.

Tabla 6. Correlación entre ecocardiografía transtorácica y ecocardiografía transesofágica tridimensionales, estratificando la variable superficie corporal.

Medición	Correlación (IC95%)	<i>p</i>
Área máxima anillo tricuspídeo (cm ²)	0,864 (0,831-0,896)	<0,001
Diámetro valva anterior (mm)	0,945 (0,901-0,982)	<0,001
Diámetro valva septal (mm)	0,861 (0,814-0,902)	<0,001
Diámetro valva posterior (mm)	0,974 (0,967-0,980)	<0,001
Diametro mínimo anillo tricuspideo (mm)	0,925 (0,889-0,954)	<0,001
Diámetro máximo anillo tricúspideo (mm)	0,798 (0,739-0,852)	<0,001
Área de la válvula tricuspídea (cm ²)	0,684 (0,635-0,728)	<0,001

En los gráficos correspondientes a las mediciones individuales para cada variable y con las dos técnicas ecocardiográficas se observa, por un lado, la correlación entre ambas, y por otro lado, las variaciones reales de cada medida incluso en aquellas que tienen igual valor de media y desviación estándar. El cambio en la escala gráfica hace parecer ver mayor dispersión entre unas variables anatómicas que en otras. Ver gráficos 1 a 7.

Gráfico 1. Relación entre la ecocardiografía transtorácica y la ecocardiografía transesofágica tridimensionales para las medición del área máxima del anillo tricuspídeo (cm²).

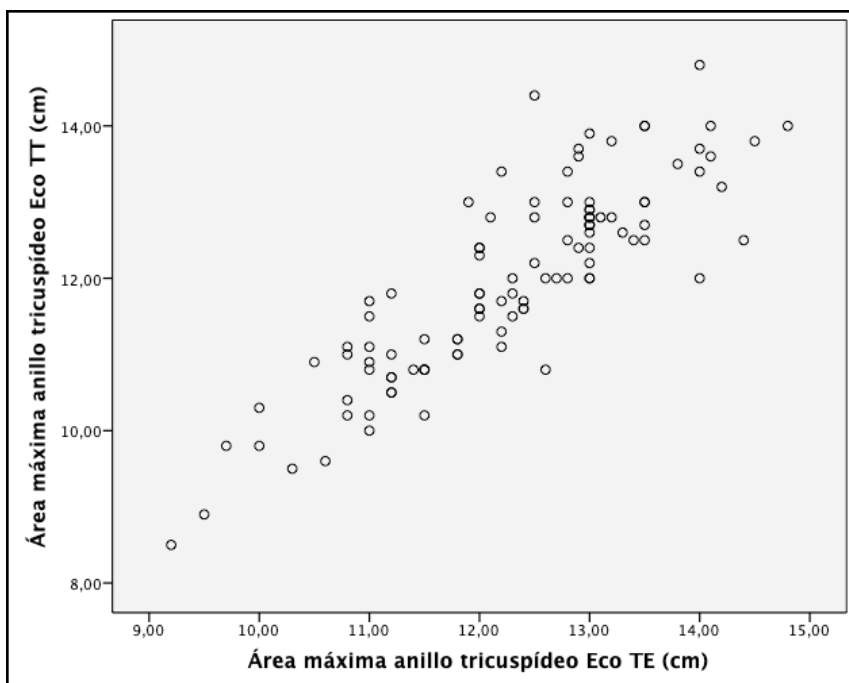


Gráfico 2. Relación entre la ecocardiografía transtorácica y la ecocardiografía transesofágica tridimensionales para la medición del diámetro de la valva anterior.

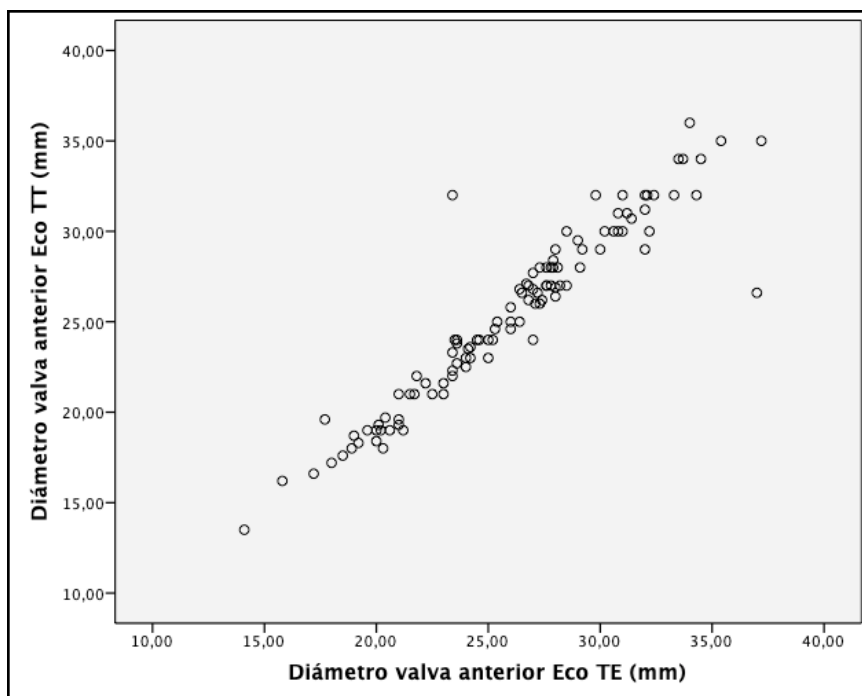


Gráfico 3. Relación entre la ecocardiografía transtorácica y la ecocardiografía transesofágica para la medición del diámetro de la valva septal (mm).

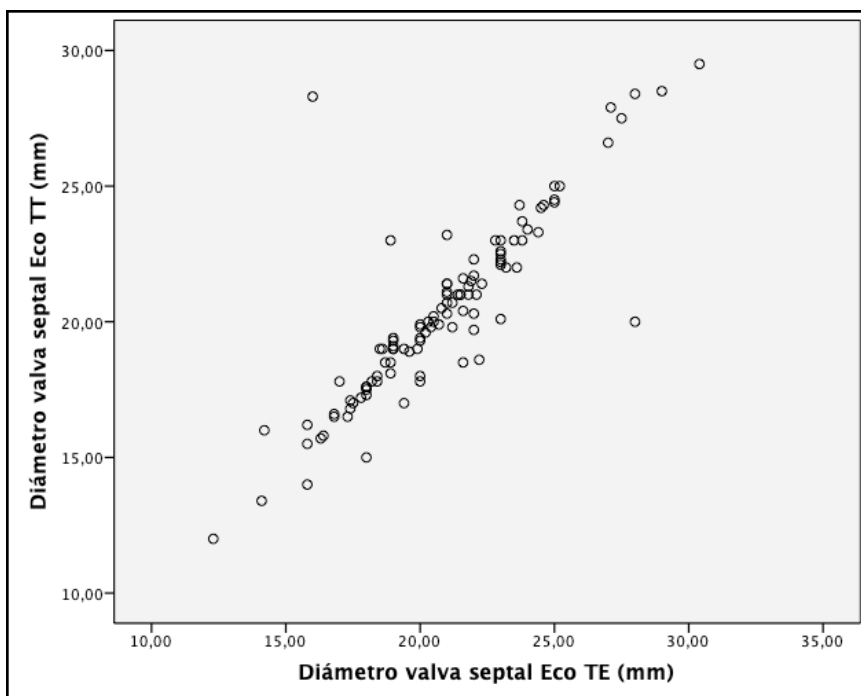


Gráfico 4. Relación entre la ecocardiografía transtorácica y la ecocardiografía transesofágica para la medición del diámetro de la valva posterior (mm).

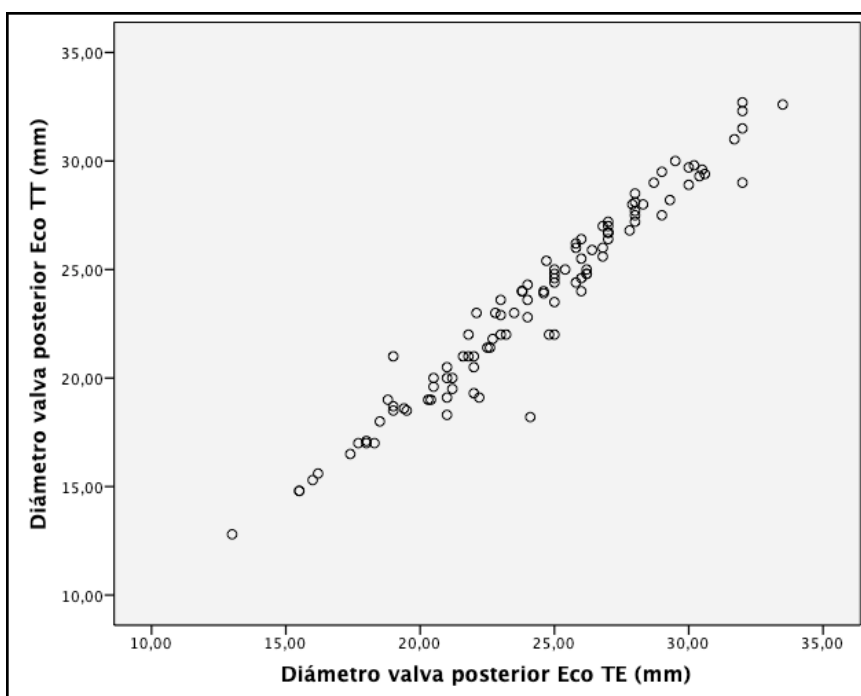


Gráfico 5. Relación entre la ecocardiografía transtorácica y la ecocardiografía transesofágica para la medición del diámetro mínimo del anillo tricuspídeo (mm).

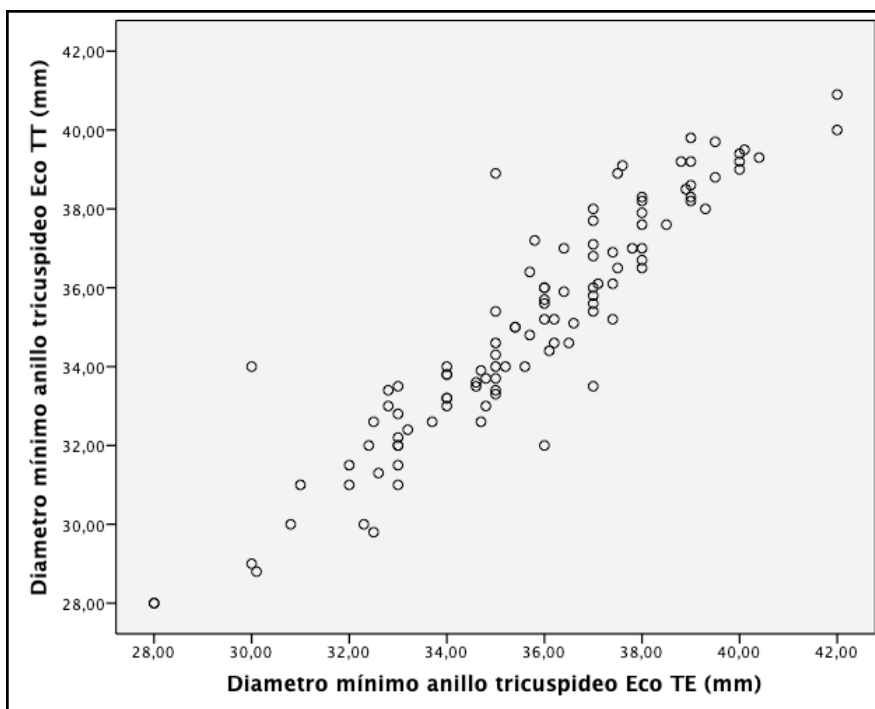


Gráfico 6. Relación entre la ecocardiografía transtorácica y la ecocardiografía transesofágica para la medición del diámetro máximo del anillo tricuspídeo (mm).

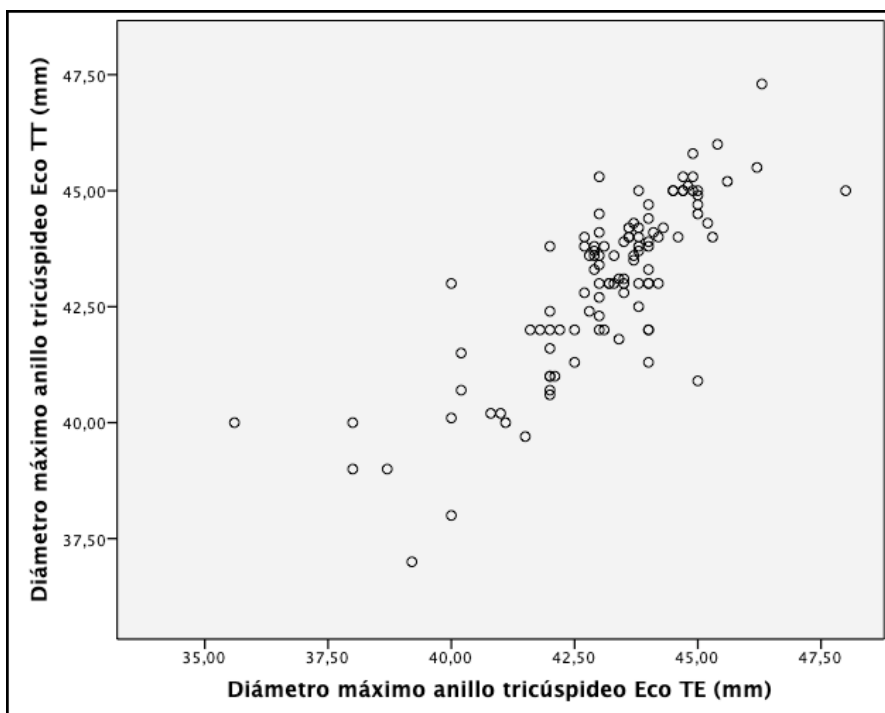
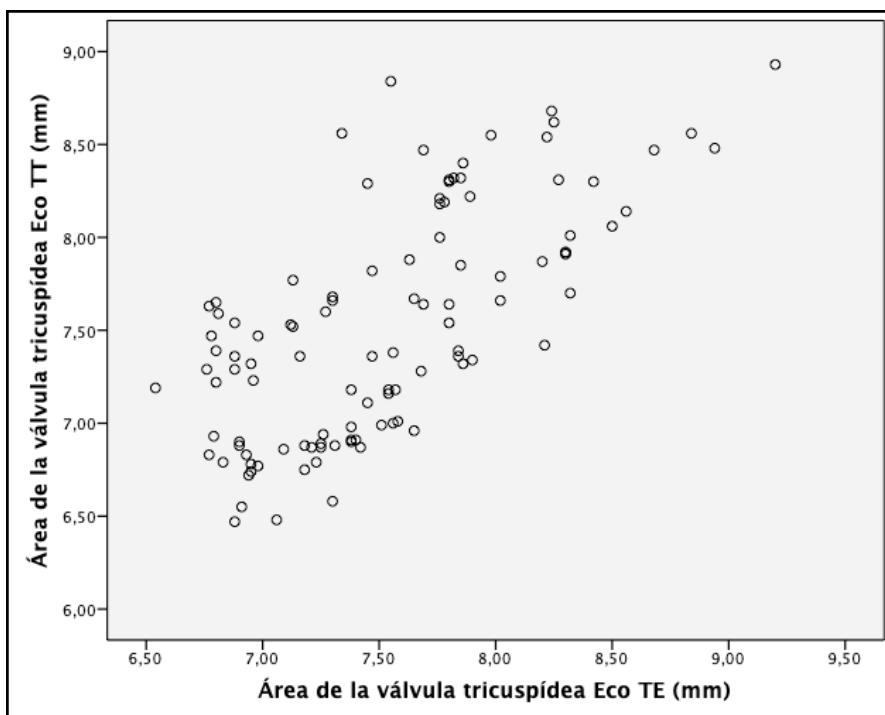


Gráfico 7. Relación entre la ecocardiografía transtorácica y la ecocardiografía transesofágica para la medición del área de la válvula tricuspídea (cm²).



Propuesta de estrategia de guía para toma de imágenes tridimensionales de la válvula tricúspide mediante ecocardiografía transtorácica y transesofágica

La obtención de imágenes de la válvula tricuspídea para su reconstrucción tridimensional puede realizarse en cualquiera de las ventanas acústicas tradicionalmente usadas (tracto de entrada ventricular derecho, eje corto de grandes vasos, apical de cuatro cámaras, subcostal) siempre considerando la de mejor resolución de imagen, lo cual puede variar entre paciente y paciente, por lo que consideramos que no hay una ventana acústica única y específica para este objetivo. Para una efectiva aplicación de la técnica tridimensional, los ecocardiografistas necesitan un entrenamiento basado en una obtención de un buen volumen de muestra, una adecuada navegación a través del set de datos y adecuado uso del “cropping” o recorte para obtener las estructuras deseadas.

En la experiencia de nuestro estudio, son las ventanas paraesternal angulada y cuatro cámaras enfocada en la válvula tricúspide las mejores proyecciones para adquisición de imágenes tridimensionales transtorácicas, con mejor visualización de valvas. Es muy importante que el volumen piramidal de muestra tridimensional englobe a toda la válvula tricúspide incluyendo sus valvas y definiendo los límites

anatómicos como el septum interventricular, la pared anterior y el anillo. Además es importante tener en cuenta estructuras anatómicas contiguas como la válvula mitral como método de orientación anatómica.

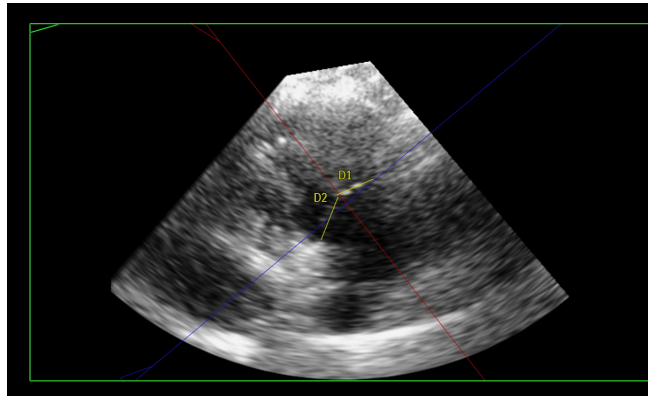
Para valorar la anatomía valvular tricúspide se requiere que la estructura tridimensional sea mostrada en “modo de representación del volumen”, es decir, visualizando la válvula desde la perspectiva de la aurícula derecha y del ventrículo derecho.

Se propone la aplicación de los siguientes pasos para la adquisición de imágenes tridimensionales del aparato valvular tricúspide:

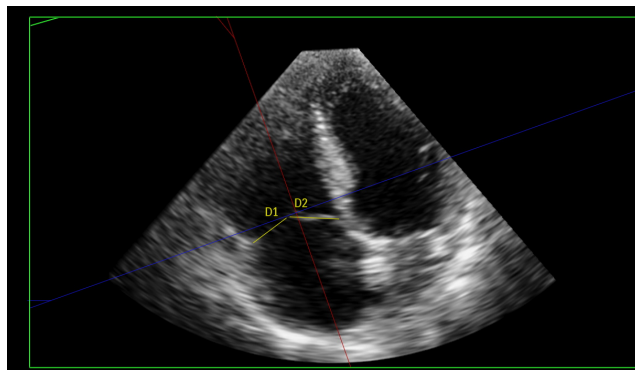
1. Mejoramiento y optimización de la imagen bidimensional de la válvula tricuspídea para un adecuado detalle de sus componentes (ajuste de ganancia más alta de la usual, alto contraste sangre-tejido, disminución del ruido)
2. Asegurar el menor volumen de adquisición posible pero incluyendo importantes límites anatómicos para orientación, especialmente para ubicar cada una de las valvas (septal, anterior y posterior).
3. Luego de la adquisición del volumen, se realiza un “cropping” o recorte desde el ápex hasta la base, o desde el techo la aurícula hacia el ápex para poder mostrar la “vista de cirujano”
4. Mediante el sistema de cropping o corte en múltiples planos, la reconstrucción tridimensional de la válvula tricúspide en el plano paraesternal angulado o tracto de entrada del ventrículo derecho, es una buena proyección para la medición de las valvas anterior, septal y posterior: si el seno coronario o el septum interventricular muscular son visualizados, entonces podemos medir las valvas anterior y posterior. Si se realiza corte mediante guía tridimensional buscando desaparecer el septum interventricular, podemos medir las valvas anterior y posterior. La otra ventana acústica de utilidad es la proyección apical de 4 cámaras enfocada en el ventrículo derecho: en esta proyección la valva septal es fácilmente medible ya que se encuentra anexa al septum interventricular; en cambio, la angulación mediante técnica tridimensional permite buscar y medir las valvas anterior (visualizando una porción aórtica) y posterior (visualizando una porción del seno coronario).
5. En el caso de la valoración de la válvula tricúspide mediante ecocardiografía tridimensional transesofágica, las reconstrucciones sobre las proyecciones de 4 cámaras de esófago medio y de eje corto de grandes vasos, son de utilidad para ubicar las valvas septal (anexa al septum interventricular), anterior (opuesta a la septal y anexa a la válvula aórtica en eje corto). La valva posterior se puede visualizar en las reconstrucciones obtenidas en plano esofágico avanzado o profundo, en el cual la valva posterior se observa cercana al seno coronario. En nuestra práctica, la obtención de imágenes transgástricas superficiales y profundas son poco toleradas por los pacientes y

muchas ventanas acústicas a dicho nivel no son de buena calidad en comparación con las esofágicas.

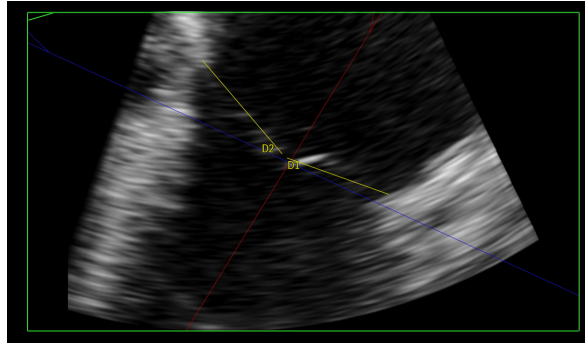
6. La aproximación subcostal puede usarse en ciertos pacientes con muy buena ventana acústica para obtener imágenes de la válvula tricúspide en reconstrucción 3D
7. En nuestro estudio, la obtención de las medidas del anillo tricuspídeo (diámetros máximo y mínimo, área del anillo) son de más rápida obtención por la facilidad en la orientación de los planos multiforme de la reconstrucción tridimensional en los planos apical de 4 cámaras transtorácico y medioesofágico.
8. Las siguientes son algunas de las imágenes obtenidas en nuestra cohorte de pacientes de la Fundación Cardioinfantil como ejemplo de obtención de cortes y mediciones bidimensionales mediante guía tridimensional (estrategia del estudio):



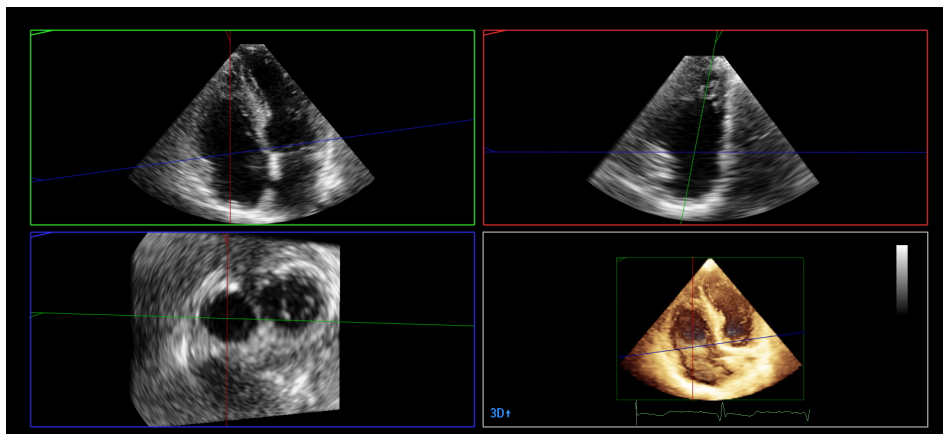
Medición de valvas posterior y anterior mediante guía tridimensional en un plano paraesternal angulado o del tracto de entrada del ventrículo derecho.



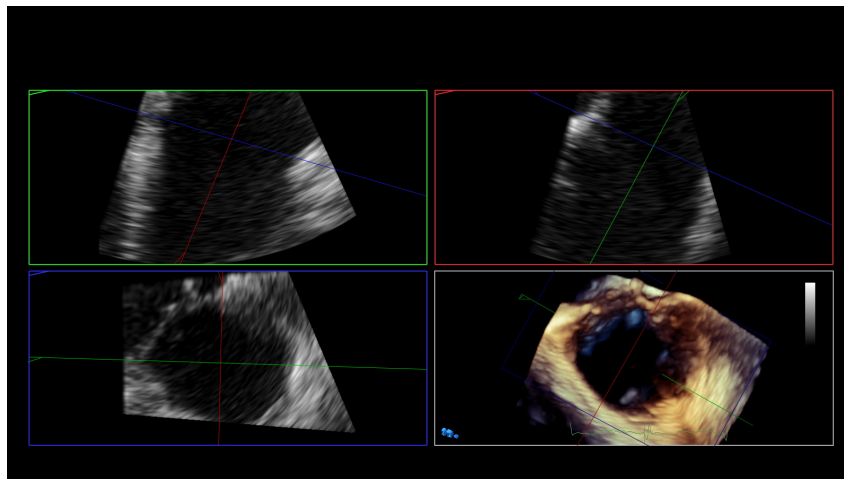
Medición de valvas septal y posterior mediante guía tridimensional en un plano apical de 4 cámaras. Obsérvese la aparición del seno coronario como guía de corte para ubicación de la valva posterior



Medición de valvas septal y anterior mediante guía tridimensional en un plano apical de 4 cámaras con reconstrucción tridimensional y corte múltiplo transesofágico. La valva septal en estrecha relación con el septum interventricular y la anterior localizada opuestamente (plano mediesofágico, ausencia de visualización de seno coronario)



Medición del área, diámetros máximo y mínimo del anillo tricuspídeo mediante guía tridimensional multiforme en un plano apical de cuatro cámaras transtorácico



Medición del área, diámetros máximo y mínimo del anillo tricuspídeo mediante guía tridimensional multiforme en un plano apical de cuatro cámaras transesofágico

El presente estudio parte de las mediciones realizadas a 107 sujetos de investigación quienes tenían indicación de ecocardiografía transesofágica. En total se describen más de 2900 mediciones entre todos los participantes. El propósito fue correlacionar los resultados observados por la ecocardiografía transtorácica y la ecocardiografía transesofágica tridimensionales.

Principales resultados

Las mediciones repetidas para cada una de las técnicas mostró que existe correlación entre estas. Es decir, para un mismo evaluador, realizar dos mediciones puede ser similar que realizar una única medición.

En cuanto a la correlación entre las dos técnicas ecocardiográficas evaluadas, se observó que ambas guardan semejanza en sus resultados. Esto para todas las mediciones del aparato valvular tricuspídeo realizadas. Los resultados se pueden adjudicar a la precisión que se logra con ambas técnicas y es independiente del detalle anatómico del aparato valvular tricuspídeo. Si bien se muestran algunas variaciones en las medidas anatómicas y según la técnica utilizada, estas son mínimas, y corresponden a elementos propios de una medición basada en el operador y de una estructura en constante movimiento. Esto último ratifica la fortaleza de la ecocardiografía como técnica de imagen precisa. Además, dado la actual y creciente aparición y desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento percutáneo (no quirúrgico) en la válvula tricúspide para pacientes de alto riesgo operatorio, es interesante demostrar la correlación entre dos técnicas tridimensionales ecocardiográficas, pero una de ellas no invasiva, lo que disminuye el riesgo de complicaciones durante el estudio de este tipo de pacientes que requiere tratamiento de valvulopatía tricúspide.

Durante la búsqueda sistemática de literatura sólo se encontró un estudio que compara la medición de un solo componente del aparato valvular tricuspídeo, en este caso el anillo tricuspídeo (diámetros y área máxima), mediante el uso de técnica tridimensional transtorácica vs transesofágica. Fue publicado este año por Roberto Lang y col (24), y similar a este estudio, utilizaron en su mayoría análisis

de imagen tridimensional transtorácica y transesofágica mediante programa 3DQ de Philips, medición del diámetro mayor y menor del anillo tricúspide y su área. Realizaron también la correlación de mediciones intraobservador, con tiempo de diferencia entre medidas de hasta 1 mes, en comparación a nuestro estudio en el cual la segunda medición se realizaba de inmediato a la primera. Ellos pudieron mostrar, aunque con un método estadístico de correlación diferente al nuestro, que hubo diferencias mínimas no significativas entre las mediciones tridimensionales del anillo tricúspideo por técnica transtorácica y transesofágica, sin importar la técnica tridimensional usada. Los límites de concordancia fueron estrechos para el diámetro menor (aproximadamente $\pm 12\%$ del valor promedio medido) pero más amplios para el eje menor y área del anillo (aproximadamente $\pm 25\%$ y $\pm 33\%$, respectivamente). No realizaron medición de valvas ni área valvular. En nuestro estudio, las diferencias entre las medidas de dispersión para cada variable no supera el 10% entre ellas. La variabilidad intraobservador mediante técnica tridimensional también fue evaluada en dicho estudio y fue también buena. Cabe aclarar que nuestro estudio representa una evaluación comparativa de todo el aparato valvular tricúspide (varios componentes) y no sólo del anillo tricúspideo como lo presentaron en el estudio mencionado.

Fox H. y colaboradores¹⁸ realizaron un estudio para evaluar la correlación entre las dos técnicas ecocardiográficas en mediciones de la válvula aórtica. Como resultado, se observó correlación estadísticamente significativa en 149 participantes evaluados. En este estudio se incluyó un grupo control sin patología del aparato valvular aórtico con el fin de evaluar si esto era un factor de confusión. No se encontró que afectara las mediciones ni las correlaciones entre las dos técnicas. Este análisis de sensibilidad fue realizado de forma similar en nuestro estudio, mostrando que los antecedentes patológicos reportados parecen no cambiar las mediciones realizadas con una u otra técnica. Sin embargo, a diferencia del estudio de Fox, los antecedentes evaluados en los pacientes del presente estudio no se relacionan con afectaciones anatómicas específicas del aparato valvular (v.g. calcificaciones) sino con patologías generales que potencialmente pudieran cambiar la anatomía valvular.

El estudio realizado por Takeda¹⁹ y colaboradores parece reforzar la influencia que tienen las calcificaciones en las mediciones ecocardiográficas. En 126 pacientes se midió la válvula aórtica, con el fin de determinar válvulas aórticas bicúspides. La precisión en las válvulas no calcificadas fue similar entre el abordaje transtorácico con relación al transesofágico (96% para cada uno); mientras que en las válvulas calcificadas, la precisión fue diferente (72% para la ecocardiografía transtorácica y 87% para la ecocardiografía transesofágica). Estos hallazgos ratifican la

importancia de hallar otros factores anatómicos que afecten la objetividad de las mediciones para el caso del aparato valvular tricuspídeo. No se puede descartar que existan variaciones en las mediciones ecocardiográficas, dependientes de otras alteraciones anatómicas cardíacas.

Otros estudios se han realizado para comparar los dos tipos de técnicas en otras variables anatómicas. En un estudio realizado en 60 pacientes con estenosis aórtica se observó que la ecocardiografía transesofágica subestima en 74,5% la severidad de la estenosis con relación a la ecocardiografía transtorácica²⁰. Sin embargo, estas mediciones se relacionan más con los flujos sanguíneos que con estructuras cardíacas.

Fortalezas del estudio

El tamaño de muestra alcanzado en este estudio se basó en la estimación probabilística necesaria para descartar errores debidos al azar. Los resultados pueden estar también correlacionados con la precisión de los equipos utilizados y el entrenamiento del evaluador. Sin embargo, las diferencias debidas a estos dos factores no fueron objeto de estudio en el presente proyecto.

No existen estudios con tamaños muestrales altos y que reporten los resultados ecocardiográficos usando las dos técnicas para el aparato valvular tricuspídeo. Un estudio realizado en Italia²¹ mostró que las variaciones entre el abordaje transtorácico y transesofágico depende también de la estructura cardíaca a medir. Así, para el caso de la válvula mitral protésica se encontró que la ecocardiografía transesofágica era útil para obtener información relacionada con endocarditis que no se lograba con la ecocardiografía transtorácica; mientras que para el caso de la válvula aórtica protésica, se obtenía igual información usando cualquiera de las dos técnicas.

La elección del mejor estimador estadístico para la evaluación de la ecocardiografía ha sido reportada previamente. Bunting y colaboradores²² analizan la reproducibilidad, la replicabilidad y la confiabilidad de esta técnica. La correlación de Pearson o Spearman (según la distribución de las variables) es recomendada para la valoración de la reproducibilidad y la para la detección de variaciones en una misma medida anatómica. No se descarta que la medida de Cohen (para ver diferencias entre dos grupos según desviación típica), el análisis de Bant Altman (para evaluar el acuerdo entre dos medidas cuantitativas según

diferencia de medias²³) y el coeficiente de correlación intraclase también sean medidas estadísticas útiles para la correlación de entre varias técnicas ecocardiográficas. Otros abordajes para la misma evaluación puede realizarse con la comparación de las medias entre los dos tipos de mediciones, por medio del estadístico T. En el presente estudio se realizó de forma adicional la comparación de los resultados mediante prueba T, sin que se encontrara variaciones en las conclusiones (datos no mostrados).

Limitaciones

El presente estudio no evaluó las diferencias entre las mediciones realizadas por dos o más evaluadores distintos. En cuanto a las mediciones ecocardiográficas, está descrito que los resultados son observador-dependiente y esto puede ser un factor diferencial al momento de generalizar los resultados. Sin embargo, otros estudios han valorado las diferencias entre las mediciones realizadas por dos evaluadores y no se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

Un sesgo de medición en el presente estudio incluyó la valoración entre las diferentes técnicas y los distintos momentos de medición por parte del mismo evaluador. Es importante ampliar el alcance de la propuesta, de tal manera que se pueda medir las variaciones existentes entre dos o más evaluadores. En cuanto a la confusión generada por la edad y la superficie corporal de las personas, se observó que estas no afectan los resultados presentados. Si bien pareciera pensarse que el aumento en la edad y en la superficie corporal puede modificar la estructura cardíaca, estas no tienen efecto modificador al hacer la comparación de las mediciones entre las dos técnicas ecocardiográficas.

El uso de la ecocardiografía transesofágica implica mayor preparación tanto técnica como del paciente a quien se le realizará la medición. Los resultados provenientes del presente estudio informan que la realización del ecocardiograma transtorácico puede ser suficiente en la evaluación del aparato valvular tricuspídeo, según las medidas tomadas. El estudio transesofágico se puede limitar a otras necesidades en donde se requiera otra información de la dinámica del corazón y del aparato valvular.

Se requiere evaluar en estudios similares la relación entre los equipos ecocardiográficos utilizados y la correlación de las mediciones. De igual forma, el grado de entrenamiento del evaluador debe ser estudiado. En algunos países e instituciones de salud, la ecocardiografía puede ser realizada por diferentes

profesionales de salud, incluyendo médicos generales, internistas y enfermeros. Es importante evaluar las diferencias existentes entre la formación y el tipo de formación del evaluador y la correlación entre las mediciones. Por último, el presente estudio no tomó en cuenta variaciones debidas a los pacientes. Si bien se espera que las mediciones ecocardiográficas realizadas en un momento específico no difieran según los antecedentes patológicos, esta hipótesis debe corroborarse con estudios diseñados para este fin.

10. Conclusiones

- Según los resultados obtenidos en el presente estudio, la ecocardiografía transtorácica tridimensional muestra correlación de sus mediciones cuando se hacen mediciones repetidas de la misma variable anatómica. De igual forma, en la ecocardiografía transesofágica tridimensional, las mediciones repetidas están correlacionadas.
- Según los resultados obtenidos en el presente estudio, las mediciones del aparato valvular tricuspídeo realizadas con ecocardiografía transtorácica se correlacionan con las mediciones realizadas con ecocardiografía transesofágica. Nuestro hallazgo es similar al encontrado por el único estudio en la literatura publicado en relación a correlación de mediciones tridimensionales de la válvula tricúspide, aunque la medida estadística de correlación sea diferente.
- La correlación existente podría sugerir en la práctica clínica una mayor confianza en las medidas obtenidas mediante ecocardiografía tridimensional transtorácica (estudio no invasivo y más seguro), la disminución en la necesidad de estudio invasivo transesofágico tridimensional para obtención de medidas de la válvula tricuspídea en pacientes sin patología, pero con mayor beneficio en aquellos pacientes que serán sometidos a procedimientos quirúrgicos y/o percutáneos como parte de tratamiento de patología tricuspídea.
- Se deben hacer nuevos estudios que evalúen la relación entre los distintos tipos de equipos ecocardiográficos, el nivel de formación de los evaluadores, el tipo de formación de los evaluadores y los antecedentes

patológicos de los pacientes y la variabilidad en las mediciones ecocardiográficas del aparato valvular tricuspídeo, así como de las otras variables anatómicas cardíacas.

- Los equipos para obtención de imágenes tridimensionales son costosos y no siempre disponibles en todas las instituciones, y la adquisición y procesamiento de dichas imágenes luego de la realización de protocolos bidimensionales rutinarios podría retrasar el flujo de trabajo de un laboratorio en particular; sin embargo, a medida que se gana experiencia y agilidad en ésta técnica, se podrían obtener beneficios en el ámbito de planeación de procedimientos quirúrgicos o percutáneos para corrección de patologías tricuspídeas. No hay estudios hasta el momento que soporten fielmente la utilidad de la técnica tridimensional para mejorar resultados quirúrgicos. Además, en comparación con la válvula mitral, no existen en la actualidad paquetes de evaluación y reconstrucción tridimensional de la válvula tricúspide, por lo tanto, la realización de este tipo de aproximación anatómica podría implementarse para el desarrollo de dicho software en un futuro.

Referencias

1. Lamers W, Viragh S, Wessels, et al. Formation of the tricuspid valve in the human heart. *Circulation* 1995;91:111–21.
2. Maslow AD, Schwartz C, Singh AK. Assessment of the tricuspid valve: a comparison of four transesophageal echocardiographic windows. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004;18:719–24.
3. Fawzy H, Fukamachi K, et al. Complete mapping of the tricuspid valve apparatus using three-dimensional sonomicrometry. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;141:1037–43.
4. Schnabel R, Khaw AV, von Bardeleben RS, et al. Assessment of the tricuspid valve morphology by transthoracic real-time-3D-echocardiography. *Echocardiography* 2005;22:15–23.
5. Stankovic I, Daraban AM, et al. Incremental value of the en face view of the tricuspid valve by two-dimensional and three-dimensional echocardiography for

accurate identification of tricuspid valve leaflets. J Am Soc Echocardiogr 2014;27:376—84

6 Patel V, Nanda NC, Rajdev S, et al. Live/real time three- dimensional transthoracic echocardiographic assessment of Ebstein's anomaly. Echocardiography 2005;22:847—54.

7. Addetia K, Maffessanti F, et al. Impact of implantable transvenous device lead location on severity of tricuspid regurgitation. J Am Soc Echocardiogr 2014;27: 1164—75.

8. Assessment of normal tricuspid valve anatomy in adults by real-time three-dimensional echocardiography. J Cardiovasc Imaging 2007 (23): 717-724.

9. Mertens LL, Friedberg MK. Imaging the right ventricle—current state of the art. Nat Rev Cardiol 2010;7:551-63.

10. Mangion JR. Right ventricular imaging by two-dimensional and three-dimensional echocardiography. Curr Opin Cardiol 2010;25:423-9.

11. Lang R, Mor-Avi V, Dent J. 3-Dimensional echocardiography: is it ready for everyday clinical use? J Am Coll Cardiol Imaging 2009; 2:114—117.

12. Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and The Society of Cardiovascular Anesthesiologists. J Am Soc Echocardiogr. 2013;26:921–964

13. Leibundgut G, Rohner A, Grize L, et al. Dynamic assessment of right ventricular volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography: a comparison study with magnetic resonance im

14. Bruce CJ, Connolly HM. Right-sided valve disease deserves a little more respect. Circulation 2009;119:2726-34

15. Anwar AM, Soliman OI, Nemes A, et al. Value of assessment of tricuspid annulus: real-time three-dimensional echocardiography and magnetic resonance imaging. *Int J Cardiovasc Imaging* 2007; 23: 701-5.
16. Anwar AM, Geleijnse ML, Soliman OI, et al. Evaluation of rheumatic tricuspid valve stenosis by real-time three-dimensional echocardiography. *Heart* 2007; 93: 363-4.
17. Henein MY, O'Sullivan CA, Li W, et al. Evidence for rheumatic valve disease in patients with severe tricuspid regurgitation long after mitral valve surgery: The role of 3d echo reconstruction. *J Heart Valve Dis* 2003; 12: 566-72.
18. Fox H, Hemmann K, Lehmann R. Comparison of transthoracic and transesophageal echocardiography for transcatheter aortic valve replacement sizing in high-risk patients. *J Echocardiogr*. 2019. Oct 19. doi: 10.1007/s12574-019-00448-7.
19. Takeda H et al. Diagnostic accuracy of transthoracic and transesophageal echocardiography for the diagnosis of bicuspid aortic valve: comparison with operative findings. *Osaka City Med J*. 2013 Dec;59(2):69-78.
20. Nanditha S et al. Comparison of grading of aortic stenosis between transthoracic and transesophageal echocardiography in adult patients undergoing elective aortic valve replacement surgeries: A prospective observational study. *Ann Card Anaesth*. 2019 Apr-Jun;22(2):194-198. doi: 10.4103/aca.ACA_4_18.
21. Gnecco G1, Bezante GP, Pestelli S, Ratto E, Pastorini C, Caponnetto S. [The usefulness of echocardiography in the diagnosis of prosthetic valve endocarditis: a comparison between the transthoracic and transesophageal approaches]. *Cardiologia*. 1991 May;36(5):373-8.
22. Bunting KV1, Steeds RP1, Slater LT2, Rogers JK3, Gkoutos GV4, Kotecha D5. A Practical Guide to Assess the Reproducibility of Echocardiographic Measurements. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019 Oct 22. doi: 10.1016/j.echo.2019.08.015.
23. Davide Giavarina. Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Med (Zagreb)*. 2015 Jun; 25(2): 141–151. doi: 10.11613/BM.2015.015

24. Lang RM, Volpato V, Veronesi F, et al. Echocardiographic assessment of tricuspid annulus: the effects of the third dimension on measurement methodology. J Am Soc Echocardiogr 2019; 32 (2): 238-47

Anexo 1: Consentimiento informado:

1. Introducción

La Fundación Cardioinfantil-Instituto de Cardiología, cordialmente lo invita a participar en el presente estudio de investigación para la evaluación y correlación de las medidas ecocardiográficas de la válvula tricuspídea mediante ecocardiografía tridimensional transtorácica y transesofágica. Este estudio recibe el nombre de **“Correlación de las mediciones del aparato valvular tricuspídeo mediante ecocardiografía transtorácica y transesofágica tridimensional en una cohorte de pacientes de la Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología”**.

En este documento encontrará los aspectos principales del estudio y en qué consiste su participación en el mismo. Durante la revisión de este documento usted puede hacer todas las preguntas que desee para que tenga la claridad suficiente y pueda tomar una decisión informada. Usted puede llevarse este documento para revisarlo en su casa y comunicarse con el investigador si quiere aclarar cualquier duda o inquietud relacionada con el estudio; de igual forma lo puede revisar en compañía de un familiar u otro profesional de la salud para que conozca su opinión al respecto.

2. Marco de referencia y descripción del estudio

La enfermedad de la válvula tricuspídea, considerada la válvula cardíaca más grande del cuerpo humano, localizada en el corazón derecho, tiene gran impacto pronóstico en los pacientes con falla cardíaca derecha, enfermedades congénitas con afectación de cavidades derechas e incluso patologías pulmonares como el EPOC y la hipertensión pulmonar. Además de su correcta evaluación ecocardiográfica preoperatoria depende el éxito de los tratamientos quirúrgicos en caso de necesitarse. Su evaluación ecocardiográfica convencional tiene la importante limitación de no poder ser evaluada completamente mediante una sola imagen realizada; en cambio, la ecocardiografía tridimensional tanto transtorácica

como transesofágica permite tomar imágenes del aparato tricuspídeo en bloque completo y hacer un examen funcional y estructural mucho más completo.

Se pretende con este estudio realizar una descripción comparativa detallada de la anatomía y función del aparato valvular tricuspídeo con base en las mediciones obtenidas con ecocardiografía transtorácica tridimensional y ecocardiografía transesofágica tridimensional en un grupo de pacientes colombianos, con el objetivo de obtener valores de referencia de estudios tridimensionales en la valoración de esta estructura, mostrar el beneficio del uso de técnica transtorácica tridimensional no invasiva al obtenerse muy posiblemente medidas similares a las del método transesofágico más invasivo y así brindar información anatómica lo más fiel posible con un método de más fácil realización.

3. Propósito del estudio

El objetivo general de este estudio es determinar la relación entre las mediciones del aparato valvular tricuspídeo según la técnica utilizada, es decir, ecocardiografía transtorácica tridimensional vs. ecocardiografía transesofágica tridimensional, en un grupo de pacientes remitidos a realización de ecocardiografía transesofágica a la Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología. Realizar este estudio permitirá correlacionar las medidas obtenidas con un método transtorácico no invasivo con otro transesofágico semi invasivo y así determinar mediciones esperables para nuestra población colombiana y ver el beneficio del uso de técnica no invasiva tridimensional más rápida.

4. Descripción del estudio

Usted ya cuenta con una indicación de su médico tratante tanto hospitalario como ambulatorio de realización de ecocardiograma transesofágico para evaluación de posible enfermedad u otra anormalidad cardíaca. Antes de la realización de todo ecocardiograma transesofágico debe realizarse un ecocardiograma transtorácico como protocolo general de la institución. Sea cual sea su motivo de realización del examen, se le tomarán imágenes adicionales, tanto transtorácicas como transesofágicas con método tridimensional, de su válvula tricuspídea y ventrículo derecho por parte del Cardiólogo Ecocardiografista o Sonografista calificado del servicio. Este método tridimensional se encuentra instalado y disponible en los equipos de ecocardiografía utilizados (General Electric y Phillips) y se usará para la evaluación de la morfología y funcionalidad de estas estructuras y la toma de medidas y posterior análisis y comparación.

5. Riesgos y efectos secundarios

Ya que la técnica ecocardiográfica que tiene indicada no cambia y no se requieren intervenciones adicionales a las usadas, no hay aumento del riesgo del procedimiento, se realizarán mediciones adicionales de la válvula tricuspídea durante la relación del ecocardiograma transtorácico y transesofágico. Esta medición adicional se hace durante la toma del examen convencional y la obtención de imágenes tridimensionales por ambas técnicas se obtienen de inmediato y hacen parte de su estudio solicitado. Esto es realizado por Cardiólogo especialista en ecocardiografía y Sonografistas altamente capacitados para este fin.

Usted no recibirá ningún beneficio monetario por la participación en el estudio, ni la realización de este le acarreará ningún costo a usted, a su entidad promotora de salud o aseguradora. La ejecución del estudio no influenciará su cuidado médico rutinario.

Los resultados obtenidos con el estudio podrían modificar o complementar algunas conductas en la práctica ecocardiográfica que ayudarán a estandarizar la medición del aparato valvular tricuspídeo con ecocardiografía tridimensional.

6. Beneficios

Su participación en este estudio nos ayudará a avanzar en el conocimiento de la válvula tricuspídea en los adultos colombianos tanto con corazones normales como con cualquier patología cardíaca para un futuro beneficio propio, de la academia, de la ciencia y de la sociedad. Podrá establecer el beneficio y exactitud de la técnica transtorácica tridimensional no invasiva en comparación con la transesofágica semi invasiva. Además, recibirá una atención integral para el seguimiento y control de cualquier patología valvular tricuspídea.

7. Confidencialidad

Toda la información recolectada en este estudio (por ejemplo: información de contacto e información personal) será completamente confidencial. Solo el equipo de investigación conocerá y tendrá acceso a la base de datos donde se registrará dicha información y para mayor protección la identificación de los participantes del estudio se realizará únicamente a través de un número consecutivo.

Los resultados de este estudio se darán a conocer en algunas publicaciones científicas y espacios académicos y/o científicos, siempre reservando la identidad de todos los participantes.

8. Costos por participar en este estudio

No se le generará ningún costo por su participación en este estudio.

9. Compensación por participar en el estudio

Su participación no le generará a usted ningún tipo de compensación o retribución económica o material ya que su participación es voluntaria y la finalidad es estrictamente académica.

10. Resolución de dudas y aclaraciones por parte del equipo investigador:

En caso de tener alguna duda en el momento de revisar el documento, una vez incluido en el estudio o en cualquier momento durante el desarrollo de este, puede comunicarse con el investigador principal o cualquier profesional que haga parte del equipo de investigación. Ellos responderán cualquier pregunta sobre sus derechos y responsabilidades en este estudio.

Se puede contactar directamente con la Doctora Frida Tatiana Manrique al teléfono **3163316785** y/o al correo electrónico frida.manrique@gmail.com, o con el Doctor Manuel Agustín Paz al teléfono **3102345391** y/o al correo electrónico agustinpaz@gmail.com

Adicionalmente, si tiene alguna pregunta sobre sus derechos y deberes como paciente de investigación o tiene inquietudes o quejas del estudio, se puede comunicar con el Dr. José Sinay Arévalo Leal, presidente del Comité de Ética en Investigación Clínica de la FCI-IC, al teléfono **(1) 6672727 extensión: 73206** o al correo electrónico eticainvestigacion@cardioinfantil.org.

11. Participación voluntaria:

Su participación es estrictamente voluntaria. Usted puede no participar o retirarse del estudio en el momento que desee y sus datos no serán usados. En caso de no participar seguirá recibiendo la misma atención profesional de alta calidad en la Fundación Cardioinfantil para la realización de su examen solicitado. En caso de requerir cualquier información de su estudio y resultado se le brindará sin excusa.

Declaración de Consentimiento Informado

Correlación de las mediciones del aparato valvular tricuspídeo mediante ecocardiografía transtorácica y transesofágica tridimensional en una cohorte de pacientes de la Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología

Investigador principal: Dra. Frida Tatiana Manrique

He leído y entendido la descripción del estudio y estoy satisfecho/a con la información obtenida. He decidido voluntariamente participar en el mismo.

Nombre del paciente:

Fecha de nacimiento: ____ / ____ / ____

DD MM AAAA

Número de identificación: _____

Nombre del acudiente: _____

Firma: _____

Fecha: ____ / ____ / ____

DD MM AAAA

Nombre del testigo 1:

Firma: _____ Fecha: ____ / ____ / ____

DD MM AAAA

Nombre del testigo 2:

Firma: _____

Fecha: ____ / ____ / ____

DD MM AAAA

Investigador principal: Doctora Frida Tatiana Manrique

Firma: _____

Fecha: ____ / ____ / ____

DD MM AAAA

Muchas gracias por su colaboración

Este protocolo de investigación ha sido presentado y discutido por el Comité de Ética en Investigación Clínica de la Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología.
Ha sido aprobado para su iniciación.

El investigador principal y responsable por el proyecto es el Doctor Jaime Camacho y su ejecución es financiada por Colciencias.

Cualquier duda o inquietud puede dirigirla a

Dr. J. Sinay Arevalo MD, MsC,

Presidente del Comité de Ética en Investigación Clínica

Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología

Cra. 13 B # 161 – 85 Torre H, Piso 3 Bogotá D.C. Teléfono (57-1) 667-27-27 Ext. 73206/ Fax: 679-35-05

Correo electrónico: eticainvestigacion@cardioinfantil.org

Anexo 2: Formato recolección de datos

Correlación de las mediciones del aparato valvular tricuspídeo mediante ecocardiografía transtorácica y transesofágica tridimensional en una cohorte de pacientes de la Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología

Número de formulario: _____

• Nombre: _____

• Historia clínica: _____

- Fecha de realización del examen: _____
- Edad: _____ años
- Sexo: M () F ()
- Peso: _____ kg
- Talla: _____ cm
- Superficie corporal: _____ m²

Indicación del ecocardiograma transesofágico: _____

Factores de riesgo para enfermedad valvular tricuspídea o valvulopatía establecida:

- Enfermedad pulmonar crónica _____
- Hipertensión pulmonar _____
- Falla cardíaca conocida _____
- Valvulopatía tricuspídea u otra conocida: _____
- Embolismo pulmonar _____
- Presencia de electrodos de dispositivo cardíaco _____
- Apnea del sueño _____
- Otras _____

Variable	Medida 1 (Eco 3D transtorácico)	Medida 2 (Eco 3D transtorácico)	Medida 1 (Eco 3D transesofágico)	Medida 2 (Eco 3D transesofágico)
Área máxima anillo tricuspídeo (cm ²)				
Área valvular tricuspídea (cm ²)				
Diámetro valva anterior (mm)				
Diámetro valva septal (mm)				
Diámetro valva posterior (mm)				
Diámetro máximo del anillo tricuspídeo (mm)				

Variable	Medida 1 (Eco 3D transtorácico)	Medida 2 (Eco 3D transtorácico)	Medida 1 (Eco 3D transesofágico)	Medida 2 (Eco 3D transesofágico)
Área máxima anillo tricuspídeo (cm2)				
Diámetro mínimo del anillo tricuspídeo (mm)				