

Cambios dinámicos en el diámetro del Anillo Tricuspídeo en pacientes con Comunicación Interauricular valorado por Ecocardiografía Bidimensional y Tridimensional

Karol Guzmán Guillén¹, Nilda Espínola-Zavaleta²

¹Hospital Universitario del Río. Cuenca, ²Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. México

Correspondencia:

Karol Andrea Guzmán Guillén

Email:

karolguzmanguillen@gmail.com

Fecha de recepción: 01 de marzo de 2021

Fecha de aceptación: 2 de abril de 2021

Fecha de publicación: 15 de abril de 2021

Membrete bibliográfico:

Guzmán K. Cambios dinámicos en el diámetro del Anillo Tricuspídeo en pacientes con Comunicación Interauricular valorado por Ecocardiografía Bidimensional y Tridimensional. Rev. Med. Sociedad Ecuatoriana de Cardiología.

Resumen

Antecedentes

El tamaño y función del anillo tricuspídeo (AT) juegan un rol importante para planificar la necesidad de plastía o cambio valvular tricuspídeo en pacientes con comunicación interauricular. Sin embargo, los valores del diámetro del AT y los cambios dinámicos del AT durante el ciclo cardiaco no han sido establecidos.

Material y Métodos

Es un estudio prospectivo, transversal de 30 pacientes con diagnóstico de Comunicación Interauricular (media de edad 37 ± 15 años); 73% mujeres y 26% hombres. Se utilizaron imágenes transtorácicas bidimensionales (2D) para valorar la variabilidad del diámetro del AT, durante el ciclo cardiaco. El diámetro del AT fue obtenido de la vista apical cuatro cámaras con enfoque en el ventrículo derecho (VD), eje largo paraesternal del ventrículo derecho y eje corto paraesternal en cinco puntos del ciclo cardiaco. En todos los pacientes se midió el diámetro anteroposterior y septal lateral del anillo tricuspídeo y el área proyectada con el método tridimensional (3D).

Resultados

El diámetro del AT indexado por área de superficie corporal es más grande en las mujeres que los hombres en la vista cuatro cámaras en el fin de sístole y llenado temprano medidos en la vista de cuatro cámaras y eje largo paraesternal del VD; no hubo diferencia por género en el diámetro del AT medido en el llenado tardío del ciclo cardiaco en cualquier vista ecocardiográfica. En el análisis de regresión lineal multivariada ajustado por edad, género, diámetros del ventrículo derecho y aurícula derecha, se encontró una correlación con el volumen de la aurícula derecha indexada por área de superficie corporal y la medición del AT en la sístole temprana de la vista de cuatro cámaras y eje corto.

El diámetro anteroposterior del AT fue más grande que el septal lateral medido con el método 3D, conforme avanza la medición en el ciclo cardiaco.

Conclusiones

Este estudio brinda valores de referencia del diámetro del anillo tricuspídeo y su dinámica con el ciclo cardiaco usando imagen 2D. El volumen de la aurícula derecha así como la vista bidimensional y el tiempo durante el ciclo cardiaco podrían relacionarse con el diámetro del AT, en pacientes con comunicación interauricular. Estos datos pueden ayudar a identificar mejor la dilatación del AT, mediante la imagen bidimensional para la planificación quirúrgica.

Palabras clave

Ecocardiografía bidimensional; anillo tricuspídeo; diámetro del anillo tricuspídeo; ecocardiografía tridimensional.

Abstract

Background:

Tricuspid annular (TA) size and function play an important role for planning the need for associated TA annuloplasty or tricuspid valvular change in patients with atrial septal defect. However, the values of the diameter of the TA and the dynamic changes of the TA during the cardiac cycle have not been established.

Methods:

This is a prospective, cross-sectional study of 30 patients with atrial septal defect (mean age, 37±15 years); 73% women and 26% men. Two-dimensional (2D) transthoracic images were used to assess the variability of the TA diameter during the cardiac cycle. The diameter of the TA was obtained from the apical four-chamber view focusing on the right ventricle (RV), parasternal long axis of the right ventricle and parasternal short axis at five points of the cardiac cycle. In all patients, the anteroposterior and lateral septal diameter of the tricuspid ring and the projected area were measured with the three-dimensional (3D) method.

Results:

The diameter of the TA indexed by body surface area is larger in women than men in the four-chamber view at end systole and early filling measured in the four-chamber view and parasternal long axis RV; there was no gender difference in TA diameter measured at late filling of the cardiac cycle in any echocardiographic view. In the multivariate linear regression analysis adjusted for age, gender, diameters of the right ventricle and right atrium, a correlation was found with the volume of the right atrium indexed by body surface area and the AT measurement in early systole of the four-chamber view and short axis.

The anteroposterior diameter of the TA was larger than the lateral septal measured with the 3D method, as the measurement progressed in the cardiac cycle.

Conclusions:

This study provides reference values for the diameter of the tricuspid annulus and its dynamics with the cardiac cycle using 2D imaging. The volume of the right atrium as well as the two-dimensional view and the time during the cardiac cycle could be related to the diameter of the TA in patients with atrial septal defect. These data can help to better identify the dilatation of the TA, using two-dimensional imaging for surgical planning.

Keywords

Annular diameter; Tricuspid annulus; Tricuspid valve; Two-dimensional echocardiography, three-dimensional echocardiography.

Antecedentes

La comunicación interauricular (CIA) es una cardiopatía congénita común en adultos¹. Los pacientes con CIA, por lo general, se mantienen asintomáticos en los primeros años de su desarrollo; sin embargo, desde la segunda a tercera décadas de la vida pueden presentar síntomas y complicaciones como hipertensión pulmonar irreversible, falla cardíaca derecha, regurgitación tricuspídea, dilatación del anillo tricuspídeo, arritmias atriales y embolización paradójica².

De todos los defectos congénitos del corazón, la CIA tiene una prevalencia del 6% al 10% y una incidencia de 1 en 1,500 nacidos vivos³. Se considera entre los defectos congénitos acianógenos más comunes⁴.

La CIA es un defecto del septum interauricular, que permite la comunicación entre ambas aurículas⁵. Se clasifica de acuerdo a su localización en los tipos ostium primum, ostium secundum, seno venoso y seno coronario⁶. El foramen oval permeable no se considera un defecto septal atrial, por no tener pérdida de tejido a diferencia de los mencionados anteriormente⁷. Los márgenes superior y posterior del defecto están conformados por el ostium secundum, el margen anterior por el canal atrio-ventricular y el margen inferior por el septum primum y la vena cava inferior⁸.

El aumento del flujo conduce a la dilatación del lado derecho evidente en la radiografía de tórax y la ecocardiografía⁹. La función ventricular derecha también disminuye ocasionalmente. Las arterias pulmonares principales se dilatan y la vascularización pulmonar aumenta¹⁰.

La insuficiencia cardíaca es inusual antes de los 30 años, pero la prevalencia aumenta sustancialmente en pacientes mayores sin tratamiento¹¹. Otras complicaciones en pacientes ancianos incluyen arritmias auriculares tales como flutter y fibrilación, que se cree que son consecuencia de un estiramiento crónico del músculo auricular y ocasionalmente de una arteriopatía pulmonar que conduce a una hipertensión pulmonar progresiva que da lugar a una derivación de sangre de derecha a izquierda (síndrome de Eisenmenger)¹².

El anillo tricuspídeo (AT) es un componente tanto de la válvula tricúspide como del ventrículo derecho¹³. Se conoce que la dilatación del AT se hace a través de sus valvas anterior y posterior que corresponde a la pared libre del ventrículo derecho¹⁴.

Es conocido que antes de las manifestaciones clínicas de la insuficiencia tricuspídea, el anillo tricuspídeo se dilata y se aplana cuando la función del ventrículo derecho es reversible. La dilatación del AT puede ser objetivamente medido mientras la insuficiencia tricuspídea depende de la precarga, poscarga y función del ventrículo derecho¹⁵.

Un mejor entendimiento sobre el comportamiento del AT en los pacientes con comunicación interauricular podría ayudar a decidir el manejo de la insuficiencia tricuspídea.

Una vez que el AT está dilatado, su tamaño no puede retornar espontáneamente a su valor normal, esto puede explicar porque algunos pacientes requieren una segunda cirugía años después, esta vez de la válvula tricúspide¹⁴.

El desarrollo de la insuficiencia tricuspídea está directamente asociado con el incremento de la morbilidad y mortalidad¹⁵. El incremento de la precarga del VD resulta en una combinación de dilatación del AT y deformación del aparato valvular¹⁶. El tamaño y función del AT son determinantes para indicación de anuloplastia o cambio valvular tricuspídeo al momento del cierre de la comunicación interauricular¹⁷.

Las guías actuales¹⁸ recomiendan la medición del diámetro del AT por ecocardiografía transtorácica bidimensional, para valorar la necesidad de reparación de la válvula tricúspide y definir la necesidad o no de anuloplastia. Sin embargo, el ecocardiograma bidimensional (2D) y el tiempo durante el ciclo cardiaco, en el cual se mide el AT en los pacientes con comunicación interauricular podría brindar información para la decisión terapéutica de estos pacientes, lo cual no ha sido estudiado.

Para valorar el AT existen algunos métodos como el ecocardiograma 2D y tridimensional (3D). El uso del ecocardiograma 3D para la evaluación del AT parece ser superior porque permite una mejor resolución temporal.

Nosotros diseñamos un estudio prospectivo en pacientes con comunicación interauricular para obtener los valores del diámetro del anillo tricuspídeo en las diferentes vistas bidimensionales y tridimensionales durante el ciclo cardiaco y establecer si existen diferencias entre la edad y el género.

Objetivos

Los objetivos del estudio fueron: a) describir los cambios en el diámetro del anillo tricuspídeo durante el ciclo cardiaco valorados con eco 2D y 3D en pacientes con diagnóstico de comunicación interauricular, b) conocer si existe diferencia en el comportamiento del diámetro del anillo tricuspídeo según género, edad, índice de masa corporal, clase funcional, presión sistólica de la arteria pulmonar y parámetros de función sistólica del ventrículo derecho, c) correlacionar las medidas de las cámaras derechas y el Índice de masa corporal (IMC) con el diámetro del anillo tricuspídeo y las vistas ecocardiográficas bidimensionales y d) correlacionar las medidas de las cámaras derechas con la sístole temprana y el llenado temprano en las vistas de cuatro cámaras, paraesternal eje largo y eje corto.

Materiales y Métodos

Realizamos un estudio descriptivo, transversal y prolectivo con 30 pacientes con diagnóstico de comunicación interauricular, que se reclutaron de abril a diciembre de 2016.

El estudio fue aprobado por el comité de investigación y ética con el número de protocolo 2016-P009 el 24 de agosto de 2016, los pacientes firmaron el consentimiento informado antes de realizarse el estudio ecocardiográfico.

La población de estudio fueron todos los hombres y mujeres con edad igual o mayor a 18 años con diagnóstico de CIA que acudieron al laboratorio de ecocardiografía y hemodinámica no invasiva del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Por tratarse de un estudio descriptivo, el tamaño de la muestra fue por conveniencia del investigador y asignación directa de acuerdo al orden cronológico en el que los pacientes se reclutaron.

Los **criterios de inclusión** fueron: firmar el consentimiento informado, pacientes hombres y mujeres, edad igual o mayor a 18 años, pacientes con diagnóstico de comunicación interauricular tipo ostium secundum.

Se **excluyeron** a los pacientes portadores de otra cardiopatía congénita además de la comunicación interauricular, con síndrome de Eisenmenger, mujeres en estado de gestación, con mala ventana acústica, con antecedentes de cirugía previa de corazón, cualquier ritmo diferente al sinusal y valvulopatías.

Dentro de los **criterios de eliminación** se consideraron aquellos con expediente incompleto y los que voluntariamente decidieron salir del estudio

Procedimiento: Los 30 pacientes con diagnóstico de CIA realizado por un cardiólogo fueron reclutados en forma secuencial, conforme acudieron a su cita de ecocardiografía. Se les invitó a participar en el protocolo de estudio y si estaban de acuerdo firmaron el consentimiento informado, posteriormente una enfermera los pesaba, medía y tomaba los signos vitales. A los pacientes se les solicitó retirarse la ropa de la cintura para arriba y usar una bata con la abertura hacia adelante, luego fueron llevados a un cubículo con el médico que realizó el estudio ecocardiográfico.

También se llenó una encuesta que incluía antecedentes patológicos y clase funcional.

Estudio ecocardiográfico

a) Adquisición de la imagen

La adquisición de imágenes se realizó con un equipo de ecocardiografía Vivid E9 (ultrasonido General Electric) equipado con un transductor M5s. Se adquirieron imágenes bidimensionales en el plano apical de 4 cámaras (4c) enfocado al VD, eje corto paraesternal a nivel de grandes vasos y eje largo paraesternal del VD. Tres ciclos cardiacos fueron grabados durante una respiración sostenida con un trazo electrocardiográfico estable para minimizar los movimientos respiratorios y obtener imágenes adecuadas para la medición del AT. Todos los pacientes fueron examinados en decúbito lateral izquierdo, usando la segunda armónica con ajuste de contraste de imagen, profundidad y tamaño del sector.

Al final de la adquisición de imágenes bidimensionales, se tomaron imágenes tridimensionales durante una respiración sostenida con el transductor 4V matrix. Los datos fueron exportados a una estación de trabajo separada para su análisis off line.

b) Análisis de imagen

Las imágenes bidimensionales fueron analizadas usando el Echopac versión 112.1.3 (General Electric). El diámetro del AT fue medido como la distancia entre el punto de inserción de las valvas de la tricúspide (borde interno a borde interno) en las tres vistas bidimensionales (4 cámaras, eje largo paraesternal del VD y eje corto de grandes vasos) en cinco puntos durante el ciclo cardiaco. Los frames de referencia durante el ciclo cardiaco fueron determinados con el electrocardiograma y la visualización del movimiento de apertura y cierre de la válvula tricúspide (Figura 3).

El cierre de la válvula tricúspide (fin de diástole, el primer frame luego del cierre de la válvula tricúspide), mesosístole (al inicio de la onda t), fin de sístole (el final de la onda t), apertura de la válvula tricúspide, llenado temprano (el frame con válvula tricúspide abierta durante el flujo pasivo) y válvula tricúspide abierta (durante el flujo activo, luego de la onda p).

Para acceder al tamaño y forma del anillo tricuspídeo por método tridimensional se usaron las imágenes bidimensionales de 30 pacientes con CIA. Se usó la opción flexi slice; las vistas del anillo tricuspídeo se observaron en el modo de revisión. El volumen total del ventrículo derecho fue automáticamente seccionado en un corte longitudinal y transversal, en imágenes tridimensionales y bidimensionales. La posición del corte de los planos y su orientación espacial fueron manualmente ajustados para obtener la vista de interés en ambos volúmenes tridimensional y bidimensional correspondiente. El corte transversal fue puesto a nivel del AT y rotado a 180° para visualizar el AT al lado derecho del corte. Entonces el correspondiente corte bidimensional fue rotado para colocar a la válvula mitral hacia la derecha y la aorta en frente. Finalmente, el corte longitudinal fue ajustado para colocar la parte más ancha anterolateral y anteroseptal del AT (Figura 4).

Análisis estadístico

Se analizó la distribución normal o no de las variables de estudio usando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las variables continuas se describieron mediante la medida de tendencia central, medias y la dispersión mediante desviación estándar (media \pm DS). La comparación de las variables se realizó entre hombres y mujeres con la prueba de T de student unipariada. La variación del diámetro del AT a través del ciclo cardiaco para cada vista eco 2D fue estudiada mediante el análisis de varianza. El análisis de regresión lineal multivariado se realizó para identificar las determinantes de los diámetros del AT entre las variables demográficas y ecocardiográficas. La selección de las variables fue llevada a cabo en la regresión lineal multivariada con el método de eliminación hacia atrás interactivo acorde a las estadísticas de Durbin-Watson.

Todo el análisis se llevó a cabo con el SPSS versión 20 (IBM INC, Chicago, Illinois). Las diferencias entre las variables fueron consideradas significativas con $p < 0.05$. Los límites superiores e inferiores de normalidad se tomaron de una media ± 1.96 DS.

Aspectos éticos y de bioseguridad

Se trató de un estudio con bajo riesgo para el paciente, ya que sólo se realizó un ecocardiograma transtorácico del cual se obtuvieron todos los datos necesarios. Se conservó la confidencialidad del paciente al utilizar una clave alfanumérica para identificar los cuestionarios. La información se conservó y sólo es accesible para los integrantes del equipo de investigación. En caso de que el paciente quiera conocer los resultados del estudio, se le proporcionarán.

Recursos

Se utilizaron los recursos del Hospital como la balanza, tensiómetro, cubículos y los ecocardiógrafos del laboratorio. Los recursos para la recolección de los datos fueron autofinanciados por el autor.

Resultados

Se estudiaron a 35 pacientes sin embargo 5 fueron excluidos por inadecuada ventana acústica. Treinta pacientes completaron el estudio (Figura 1).

Los parámetros demográficos y ecocardiográficos se describen en la tabla 1. La población de mujeres fue la más prevalente 22 (73%) versus 8 hombres que corresponde al 26%. La edad promedio del grupo fue de 37 ± 15 años. Los hombres fueron más altos (estatura 1.71 ± 0.13 $p < 0.001$), así también el peso y el área de superficie corporal (peso 72 ± 17 $p = 0.016$, ASC 1.75 ± 0.2 $p = 0.029$); no encontramos diferencias en cuanto a diámetros del VD, parámetros de función sistólica del VD y función sistólica del ventrículo izquierdo. Las mujeres presentaron volúmenes de la aurícula derecha más pequeños y fracción de expulsión más altos que los hombres.

Tamaño tridimensional, cambios del anillo tricuspídeo durante el ciclo cardiaco

Los 30 pacientes fueron evaluados con el método tridimensional. Los diámetros del AT fueron diferentes en el ciclo cardiaco en los cinco tiempos en los que se valoró su tamaño (valor de $p < 0.001$). El diámetro anteroposterior en el cierre de la VT, sístole temprana, fin de sístole y llenado tardío fue superior que el septal lateral (Tabla 2).

Diámetros del anillo tricuspídeo mediante ecocardiografía bidimensional

Los diámetros del AT usando imagen bidimensional en los cinco tiempos del ciclo cardiaco fueron mostrados en las tablas 3 a 5. Los diámetros del AT indexados por área de superficie corporal fueron mayores en mujeres que en hombres medidos en el fin de la sístole y la sístole temprana; no se encontraron diferencias entre hombres y mujeres en los diámetros del AT en los demás tiempos del ciclo cardiaco en valores absolutos ni indexados por área de superficie corporal (Tabla 3).

Los diámetros del AT indexados por área de superficie corporal fueron mayores en mujeres que en hombres y se midieron en la sístole temprana y tardía, los diámetros del AT en los demás tiempos del ciclo cardiaco en valores absolutos e indexados por área de superficie corporal son similares al análisis por género (Tabla 4).

Los diámetros del AT por género en el eje corto parasternal a nivel de grandes vasos son similares en sus valores absolutos e indexados por área de superficie corporal (Tabla 5).

En los pacientes con CIA, los diámetros del AT incrementan desde el cierre de la válvula tricúspide hasta el llenado tardío. La variación dinámica en el diámetro del AT a través del ciclo cardiaco fue más largo en el llenado tardío en comparación con el cierre de la VT y la sístole, el llenado temprano que corresponde a la diástole son similares en el plano apical de cuatro cámaras; en el eje corto, el fin de sístole y el llenado tardío son diferentes no así las demás mediciones en el ciclo cardiaco (Figura 2).

Relación del diámetro del anillo tricuspídeo con el tamaño de cámaras derechas, edad y talla

Los diámetros del AT medidos en el plano apical de 4 cámaras, eje largo y eje corto paraesternal mostraron correlación con el volumen indexado de la aurícula derecha ($r^2 = 0.4$ $p < 0.001$, $r^2 = 0.002$ $p = 0.8$, $r^2 = 0.021$ $p = 0.4$), respectivamente lo que traduce una correlación lineal entre el volumen indexado de la AD y los diámetros de AT medidos en la vista apical de 4 cámaras. El diámetro basal del VD ($r^2 = 0.2$ $p = 0.007$, $r^2 = 0.02$ $p = 0.3$, $r^2 = 0$ $p = 0.9$) significa que existe correlación lineal entre el diámetro basal del VD y los diámetros del AT medidos en el plano apical de 4 cámaras; diámetro medio ($r^2 = 0.12$ $p = 0.05$, $r^2 = 0.02$ $p = 0.3$, $r^2 = 0.03$ $p = 0.3$) no existe correlación entre diámetro medio y las vistas ecocardiográficas; y diámetro longitudinal del VD ($r^2 = 0.007$ $p = 0.08$, $r^2 = 0.1$ $p = 0.3$, $r^2 = 0.01$ $p = 0.1$) no existe correlación entre el diámetro longitudinal y las vistas ecocardiográficas.

Existe una correlación lineal entre el IMC con los diámetros del AT medidos en el eje largo paraesternal ($r=0.4$ $p=0.009$).

En el análisis de regresión lineal multivariado se incluyeron como variables independientes edad, género, volumen indexado de la AD, diámetro basal, medio y longitudinal del VD y se correlacionó con la sístole temprana y llenado tardío de las vistas 4 cámaras, eje largo y eje corto paraesternal (Tabla 6). Encontramos correlación entre la sístole temprana y el volumen de la AD en las vistas de cuatro cámaras y eje corto, además se encontró una correlación entre el diámetro basal y el volumen de la AD con los diámetros de la AT en la sístole temprana y el llenado temprano en el eje corto.

Figura 1 Diagrama de flujo del estudio

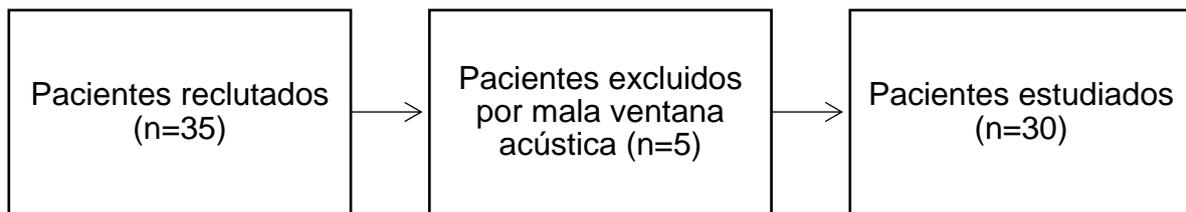


Figura 2. Cambios en el diámetro del anillo tricuspídeo durante el ciclo cardiaco. Gráfico de caja y bigotes del diámetro del anillo tricuspídeo obtenido de los cinco tiempos del ciclo cardiaco de las tres vistas ecocardiográficas

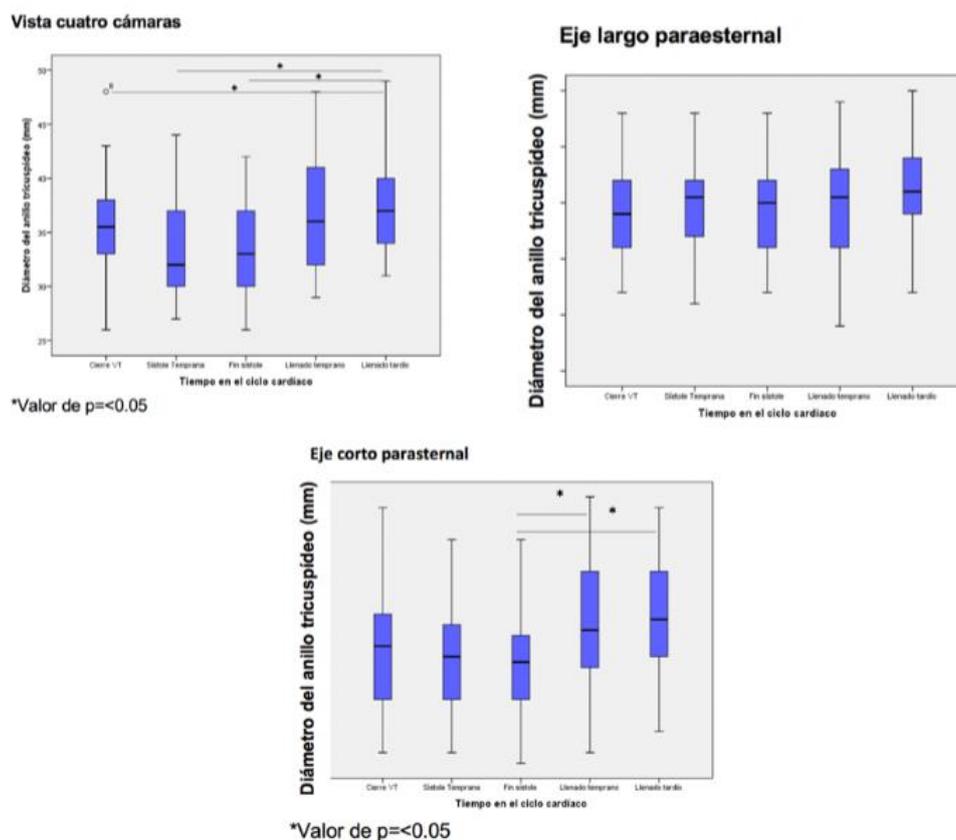


Tabla 1 Características basales de los pacientes

Parámetro	Todos (n=30)	Hombres (n=8)	Mujeres (n=22)	valor de p
Edad (años)	37±15	38±18	37±14	0.9
Peso (Kg)	63±13	72±17	59±10	0.016
Talla (m)	1.6±0.11	1.71±0.13	1.55±0.06	<0.0001
IMC	24±4	24±5	24±3	0.87
ASC (m ²)	1.6±0.2	1.75±0.2	1.57±0.1	0.029
HAS (n, %)	2 (6.7)	0	2 (9.1)	0.3
NYHA (n, %)				
1	18 (60)	6 (75)	12 (55)	0.5
2	11(37)	2 (25)	9 (41)	0.5
3	1 (3)	0	1 (4)	0.5
DAVP (n, %)	4 (13)	2 (25)	2 (9.1)	0.26
Qp/Qs	3.15±1.4	3.7±1.6	3±1.3	0.2
TAPSE (mm)	24±5.4	23±6	24±5	0.5
FACVD (%)	42±13.3	38.7±13.7	43.13±13.24	0.5
Índice de Tei	0.49±0.19	0.59±0.26	0.45±0.15	0.07
Diámetro basal VD (mm)	50.47±9.26	54±11.68	49.18±8.16	0.2
Diámetro medio VD (mm)	40±9.2	41.5±10.5	39.5±8.87	0.6
Diámetro longitudinal VD (mm)	81.36±17.35	78.48±29.54	82.41±10.98	0.5
Vol indexado AD (ml/m ²)	60.22±27.49	67.71±41.27	57.5±21.1	0.3
PSAP (mm Hg)	63.17±28.25	58.5±18.9	64.87±31.16	0.5
Strain longitudinal VD (%)	-24.89±6.5	-22.33±8.1	-25.82±5.7	0.2
FEVI (%)	62.9±6.4	60.13±6.4	63.91±6.2	0.15

IMC= Índice de masa corporal, ASC= área de superficie corporal, HAS= Hipertensión arterial sistémica, NYHA=New York Heart Association, DAVP=Drenaje anómalo de venas pulmonares, Qp/Qs= Cortocircuito Pulmonar/Sistémico, TAPSE= Excursión sistólica del anillo tricuspídeo, FACVD= fracción de acortamiento del áreas del ventrículo derecho, Tei= índice de performance miocárdico del ventrículo derecho, VD= ventrículo derecho, Vol Indexado AD= volumen indexado de la aurícula derecha, PSAP= presión sistólica de la arteria pulmonar, FEVI= fracción de expulsión del ventrículo izquierdo. Los datos son expresados como media ± DS, n y porcentaje.

Tabla 2. Tamaño tridimensional del anillo tricuspídeo en cinco tiempos del ciclo cardiaco

Cierre VT	Sístole temprana	Sístole tardía	Llenado temprano	Llenado tardío	valor de p
3.6±0.5	3.4±0.6	3.6±0.7	3.5±0.6	3.7±0.6	<0.0001
3.2±0.4	3.3±0.4	3.3±0.5	3.6±0.5	3.6±0.5	<0.0001
9.5±2.5	9.5±2.7	9.7±2.7	10±3	11±3	<0.0001

Los datos son expresados en promedio ± DS.

Tabla 3. Diámetro del AT obtenido en el plano apical de 4 cámaras enfocada al ventrículo derecho en los cinco tiempos del ciclo cardiaco

	Hombre (n=8)				Mujer (n=22)				p+	p++		
	Total (n=30)		Absoluto (mm)		Indexado ASC (mm/m2)		Absoluto (mm)				Indexado ASC (mm/m2)	
Tiempo ciclo cardiaco	Absoluto (mm)	Indexado ASC mm/m2	Promedio	Límite*	Promedio	Límite*	Promedio	Límite*	Promedio	Límite*		
Cierre VT	35.40±4.	22±3.1	37.1±5	48	21.6±4.2	27.6	34.7±4.7	43	22.1±2.6	26.4	0.2	0.7
Sístole temprana	33.9±4.3	21±2.8	35.1±4.8	44	20.4±3.5	25.9	33.4±4.1	40	21.3±2.6	26.5	0.3	0.4
Sístole tardía	33.87±4.4	21±2.8	33.5±4.7	41	19.2±2	22.9	34±4.4	42	21.6±2.8	28.3	0.7	0.03
Llenado temprano	36.43±5	22.6±3	34.7±4.7	43	20±2.2	24.7	37±5.1	48	23.5±2.7	29.6	0.2	0.003
Llenado tardío	37.4±4.6	23.3±3.3	38.2±5.1	49	22.2±4	28.1	37±4.5	46	23.6±3.1	29.7	0.5	0.3

ASC, área de superficie corporal

Los datos son expresados en promedio ± DS

*Límite superior

+Comparación entre valores absolutos entre hombres y mujeres

++Comparación entre valores absolutos indexados entre hombres y mujeres

Tabla 4. Diámetro del AT obtenido en el eje largo parasternal del VD en los cinco tiempos del ciclo cardiaco

	Hombre (n=8)				Mujer (n=22)				p+	p++		
	Total (n=30)		Absoluto (mm)		Indexado ASC (mm/m2)		Absoluto (mm)				Indexado ASC (mm/m2)	
Tiempo ciclo cardiaco	Absoluto (mm)	Indexado ASC mm/m2	Promedio	Límite*	Promedio	Límite*	Promedio	Límite*	Promedio	Límite*		
Cierre VT	34.4±4	21.4±2.9	33.8±3	39	19.6±2.6	23	34.5±4.4	43	22±2.8	27.9	0.6	0.05
Sístole temprana	35.1±4	21.9±3.2	33.8±4.5	40	19.7±3.8	25	35.5±3.8	43	22.7±2.7	27.9	0.3	0.02
Sístole tardía	34.8±4	21.7±3.1	34.1±4.2	42	19.8±3.3	23.7	35.1±4	43	22.4±2.8	28.6	0.5	0.04
Llenado temprano	34.5±4.9	21.5±3.6	33.8±4.7	39	19.6±3.6	26.5	34.8±5	44	22.2±3.5	28.6	0.6	0.08
Llenado tardío	36.2±4.7	22.5±3.6	35.7±4.8	45	20.8±3.9	26.7	36.3±4.8	43	23.2±3.4	30	0.7	0.1

ASC, área de superficie corporal

Los datos son expresados en promedio ± DS

*Límite superior

+Comparación entre valores absolutos entre hombres y mujeres

++Comparación entre valores absolutos indexados entre hombres y mujeres

Tabla 5. Diámetro del AT obtenido en el eje corto paraesternal a nivel de grandes vasos en los cinco tiempos del ciclo cardiaco

Tiempo ciclo cardiaco	Hombre (n=8)				Mujer (n=22)				p+	p++		
	Total (n=30)		Absoluto (mm)		Indexado ASC (mm/m ²)		Absoluto (mm)				Indexado ASC (mm/m ²)	
	Absoluto (mm)	Indexado ASC mm/m ²	Promedio	Límite*	Promedio	Límite*	Promedio	Límite*			Promedio	Límite*
Cierre VT	38.1±7.9	23.7±5.5	38.2±9.2	48	22.1±5.4	34.4	38±7.7	60	24.3±5.4	39.7	0.9	0.3
Sístole temprana	36±6.4	22.3±3.7	39.6±9.4	46	22.9±5.5	34.4	34.7±4.6	45	22.2±3	28.6	0.06	0.6
Sístole tardía	35.7±6.5	22.1±3.8	39.3±9.5	46	22.7±5.3	34.4	34.3±4.7	45	21.9±3.2	27.9	0.06	0.6
Llenado temprano	38±6.6	23.6±4	39.6±8	50	22.7±3.6	28.7	37.5±6.1	50	23.9±4.1	31.4	0.4	0.4
Llenado tardío	39.1±6.7	24.3±4.1	41.1±9.4	49	23.6±5.1	34.4	38.4±5.5	49	24.5±3.7	32	0.3	0.6

ASC, área de superficie corporal

Los datos son expresados en promedio ± DS

*Límite superior

+Comparación entre valores absolutos entre hombres y mujeres

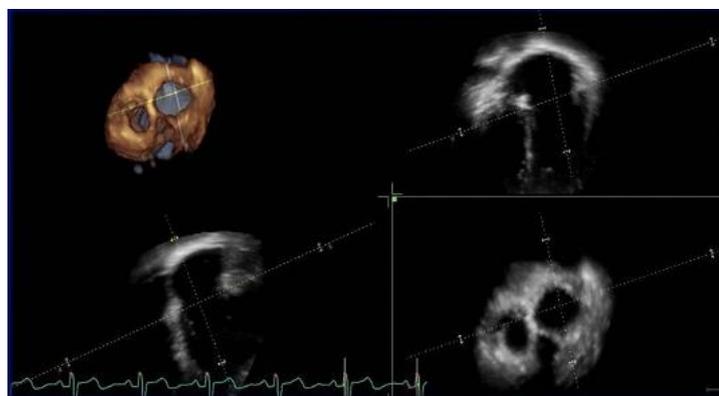
++Comparación entre valores absolutos indexados entre hombres y mujeres

Tabla 6. Modelo de regresión lineal multivariado

	4 cámaras				Paraesternal eje largo				Eje Corto			
	Sístole temprana		Llenado temprano		Sístole temprana		Llenado temprano		Sístole temprana		Llenado temprano	
	r2	p	r2	P	r2	p	r2	p	r2	p	r2	p
Vol indexado AD	0.4	0.01	0.3	0.5	0.1	0.6	0.01	0.4	0.5	<0.001	0.2	0.07
Diámetro basal VD	0.4	0.8	0.3	0.8	0.1	0.9	0.2	0.06	0.5	0.001	0.3	0.03
Diámetro medio VD	0.4	0.8	0.3	0.4	0.1	0.5	0.1	0.2	0.3	0.03	0.1	0.2
Diámetro longitudinal VD	0.4	0.6	0.3	0.5	0.1	0.3	0.06	0.3	0.07	0.3	0.04	0.4
Edad	0.4	0.5	0.3	0.09	0.07	0.2	0.08	0.3	0.3	0.03	0.1	0.2
Género	0.4	0.4	0.2	0.2	0.01	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2

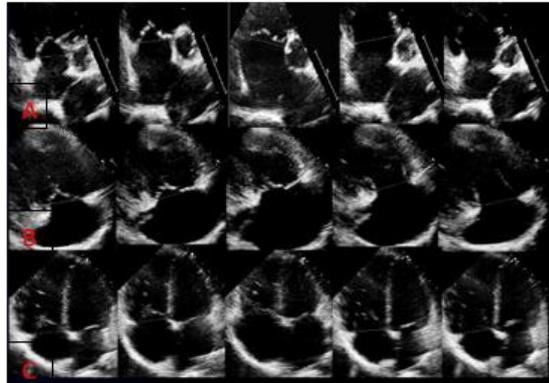
VD, ventrículo derecho

Figura 3. Anillo Tricuspídeo medido por Eco 3D



Las líneas sobre la imagen 3D indican la orientación septal (amarilla) y diámetro ortogonal (blanca). Vistas 2D y 3D en el extremo superior derecho e izquierdo respectivamente. En el extremo inferior derecho el anillo tricuspídeo en donde se obtienen los diámetros septal, anteroposterior y área.

Figura 4. Anillo Tricuspídeo medido por Eco 2D



A. Vista eje corto B. Vista eje largo del VD C. Vista apical 4 cámaras

Discusión

De acuerdo a las guías para el manejo de las válvulas cardíacas, el diámetro del anillo tricuspídeo medido por ecocardiograma 2D tiene un rol importante en la anuloplastia de pacientes, que se someten a cirugía de corazón con patología del lado izquierdo¹⁸. En el presente estudio, nuestro objetivo fue conocer los cambios del diámetro del anillo tricuspídeo en el ciclo cardíaco en pacientes con comunicación interauricular.

La Sociedad Americana de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón recomiendan la cirugía de la válvula tricúspide para pacientes con importante insuficiencia tricuspídea en estadios C y D por dilatación del anillo como clase I y reparación de la válvula tricúspide para pacientes con leve o moderada insuficiencia tricuspídea funcional y anillo tricuspídeo dilatado cuando hay cirugía del lado izquierdo con clase IIa¹⁸. La dilatación del AT está descrita como un diámetro >40 mm (>21 mm/m²) sin indicación de la vista ecocardiográfica ni el tiempo en el ciclo cardíaco, que debe ser medida. La sociedad Europea de Cardiología y la Asociación Europea de Cirugía Cardiorotáca indican como valor de corte para anuloplastia un diámetro del AT >21 mm/m² (40 mm en valor absoluto) en la vista apical de 4 cámaras por ecocardiograma 2D como valor adicional la fracción de acortamiento $<25\%$ ¹⁹. Sin embargo, estos datos han sido obtenidos de poblaciones pequeñas y heterogéneas usando diferentes técnicas ecocardiográficas (imagen 2D y mediciones transesofágicas en una vista apical de 4 cámaras) y a diferentes tiempos durante el ciclo cardíaco^{19, 20}. Estos datos heterogéneos han creado dificultades en la práctica, debido a que estos valores no son intercambiables en las diferentes técnicas ecocardiográficas, vistas de adquisición o tiempo durante el ciclo cardíaco. Un ejemplo de esto es nuestro estudio, en el que todos los pacientes presentan dilatación del anillo y teóricamente todos ameritarían anuloplastia. A pesar de que el diámetro del AT no es el único factor para considerar indicación de anuloplastia, su importancia en la fisiología de la insuficiencia tricuspídea está bien descrita²¹.

Influencia de la vista ecocardiográfica y el tiempo durante el ciclo cardíaco para la medición del anillo tricuspídeo por imagen 2D

Es difícil evaluar la compleja geometría tridimensional del anillo tricuspídeo por el método bidimensional, para esto, el método 3D parece ser más exacto²². Sin embargo, este método no es accesible en todos los laboratorios de ecocardiografía y es por eso que para la evaluación adecuada por el método 2D se requiere de una valoración en múltiples vistas y así observar el anillo en diferentes planos, de ahí la importancia de determinar los valores de referencia para cada vista ecocardiográfica y el tiempo en el ciclo cardíaco; así también, los valores obtenidos de las mediciones por ecocardiografía transesofágica son diferentes.

Hay variabilidad de los diámetros del anillo tricuspídeo de acuerdo a la vista 2D, debido a razones anatómicas y técnicas; observamos que el anillo no tiene forma redonda al contrario es elíptico, en el que el diámetro anteroposterior es mayor que el septal lateral, entonces los planos de corte del anillo tricuspídeo en diferentes direcciones pueden dar lugar a diferentes mediciones; es muy difícil realizar un corte en el anillo tricuspídeo en su diámetro anteroposterior o septal lateral.

Nosotros enfocamos nuestra evaluación principalmente en la sístole temprana y el llenado temprano, el primero está relacionado con la ocurrencia de la insuficiencia tricuspídea funcional, los cambios que se presentan en fin de sístole son mínimos ²³.

En nuestro estudio observamos que no existe diferencia entre el género con respecto al diámetro del anillo tricuspídeo medido en el llenado tardío (luego de la onda p), cuando se usa cualquiera de las vistas ecocardiográficas; parecer ser que el llenado tardío es el momento en el ciclo cardiaco, en donde se podrían realizar las mediciones del anillo tricuspídeo.

Al contrario de lo que ha sido descrito sobre la dilatación del anillo, la cual ocurre en dirección septal lateral²⁴, en los pacientes con comunicación interauricular la dilatación se observó preferentemente en sentido anteroposterior, siendo más largo el diámetro del anillo tricuspídeo conforme avanza el ciclo cardiaco; la máxima dilatación se observó luego de la onda p, en la telediástole o llenado tardío. En el estudio de Miglioranza²⁰ y colaboradores, en voluntarios sanos, llama la atención que los valores obtenidos del AT, son similares a los encontrados en este estudio.

Relación entre el tamaño del anillo tricuspídeo y diámetros de las cavidades derechas

La relación entre la disfunción del ventrículo derecho y el tamaño del anillo tricuspídeo está relacionada con la fisiología de la insuficiencia tricuspídea funcional²⁵. En este trabajo, observamos que existe correlación lineal entre el volumen indexado de la aurícula derecha y el diámetro del anillo tricuspídeo medido en la vista apical de cuatro cámaras, parece ser que el volumen de la aurícula derecha es determinante en el tamaño del anillo tricuspídeo, esto también se ha descrito en población sana²⁰. Observamos también que a mayor IMC, existe mayor correlación con el diámetro del anillo tricuspídeo medido en el eje largo parasternal.

Se deben llevar a cabo estudios longitudinales que incluyan a pacientes con comunicación interauricular, es necesario estudiar el anillo tricuspídeo antes y después de la corrección del defecto atrial para de esta manera determinar los valores de referencia del anillo tricuspídeo.

Limitaciones del estudio

El tamaño de la población es pequeño y el número de mujeres fue superior al de hombres.

Conclusiones

Este trabajo brinda información sobre los cambios del diámetro del anillo tricuspídeo obtenidos en las diferentes vistas ecocardiográficas bidimensional, tridimensional y el tiempo en el ciclo cardiaco, en individuos con comunicación interauricular tipo ostium secundum. De acuerdo a nuestro estudio, los valores de corte para anuloplastia deberían ser revisados en esta población. Los valores obtenidos en el llenado tardío son factibles y reproducibles para identificar la medición del anillo tricuspídeo.

Referencias

1. Silvestry F, Cohen M, Armsby L, Burkule N, Fleishman C, Hijazi Z, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of atrial septal defect and patent foramen vale: from the American society of echocardiography and Society for cardiac angiography and interventions. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:910-58.
2. Akula Vs, Durgaprasad R, Velam V, Kasala L, Rodda M, Erathi Hv. Right ventricle before and after atrial septal defect device closure. *Echocardiography*. 2016 sep;33(9):1381-8.
3. Sam_ane M. Children with congenital heart disease: probability of natural survival. *Pediatr Cardiol* 1992;13:152-8.
4. BricknerME, Hillis LD, Lange RA. Congenital heart disease in adults. First of two parts. *N Engl J Med* 2000;342:256-63.
5. Therrien J, Webb G. Clinical update on adults with congenital heart disease. *Lancet* 2003;362:1305-13.
6. McCarthy K, Ho S, Anderson R. Defining the morphologic phenotypes of atrial septal defects and interatrial communications. *Images Paediatr Cardiol* 2003;5:1-24.
7. Pushparajah K, Miller OI, Simpson JM. 3D echocardiography of the atrial septum: anatomical features and landmarks for the chocardiographer. *JACC Cardiovasc Imaging* 2010;3:981-4.
8. Patel AR, DAlessandro L, Weinberg PM. Anatomy of the atrial septum. In: Hijazi ZM, Feldman T, Abdullah Al-Qbandi MH, Sievert H, editors. *Transcatheter Closure of ASD and PFO*. 1st ed. Minneapolis: Cardiotext Publishers; 2010. pp. 3-15.
9. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report fromthe American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010;23:685-713; quiz 786-788.
10. Calvert PA, Rana BS, Kydd AC, Shapiro LM. Patent foramen ovale: anatomy, outcomes, and closure. *Nat Rev Cardiol* 2011;8:148-60.
11. Wilson NJ, Smith J, Prommete B, O'Donnell C, Gentles TL, Ruygrok PN. Transcatheter closure of secundum atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder in adults and children—follow-up closure rates, degree of mitral regurgitation and evolution of arrhythmias. *Heart Lung Circ* 2008;17:318-24.
12. Johri AM, RojasCA, El-Sherief A,Witzke CF, ChittyDW, Palacios IF, et al. Imaging of atrial septal defects: echocardiography and CT correlation. *Heart* 2011;97:1441-53.
13. Khurram Owais, MD, Charles E. Taylor, PhD, Luyang Jiang, MD, Kamal R. Khabbaz, MD, Mario Montealegre-Gallegos, MD, Robina Matyal, MD, et al. Tricuspid Annulus: A Three-Dimensional Deconstruction and Reconstruction. *Ann Thorac Surg* 2014;98:1536-43

14. Gilles D. Dreyfus, MD, Pierre J. Corbi, MD, K. M. John Chan, AFRCs, and Toufan Bahrami, MD. Secondary Tricuspid Regurgitation or Dilatation: Which Should Be the Criteria for Surgical Repair?. *Ann Thorac Surg* 2005;79:127–32.
15. Vidya Sagar Akula, D.M., Rajasekhar Durgaprasad, D.M., Vanajakshamma Velam, D.M., Latheef Kasala, M.Sc., Madhavi Rodda, M.D., and Harsha Vardhan Erathi, M.D. Right Ventricle before and after Atrial Septal Defect Device Closure. *Echocardiography* 2016;00:1–8.
16. Jayant Nath, MD,* Elyse Foster, MD, FACC,† Paul A. Heidenreich, MD. Impact of Tricuspid Regurgitation on Long-Term Survival. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:405–9.
17. Francesco Maffessanti, Paola Gripari, Gianluca Pontone, Daniele Andreini, Erika Bertella, Saima Mushtaq, Gloria Tamborini, Laura Fusini, Mauro Pepi and Enrico G. Caiani. Three-dimensional dynamic assessment of tricuspid and mitral annuli using cardiovascular magnetic resonance. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging* (2013) 14, 986–995.
18. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2014;129(23):e521-643.
19. Colombo T, Russo C, Ciliberto GR, Lanfranconi M, Bruschi G, Agati S, et al. Tricuspid regurgitation secondary to mitral valve disease: tricuspid annulus function as guide to tricuspid valve repair. *Cardiovasc Surg* 2001;9:369-77.
20. Marcelo Haertel Miglioranza, MD, MHSc, PhD, Sorina Mihaila, MD, PhD, Denisa Muraru, MD, PhD, Umberto Cucchini, MD, PhD, Sabino Iliceto, MD, and Luigi P. Badano, MD, PhD. Dynamic Changes in Tricuspid Annular Diameter Measurement in Relation to the Echocardiographic View and Timing during the Cardiac Cycle. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:226-35.
21. Sagie A, Schwammenthal E, Padial LR, Vazquez de Prada JA, Weyman AE, Levine RA. Determinants of functional tricuspid regurgitation in incomplete tricuspid valve closure: Doppler color flow study of 109 patients. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:446-53.
22. Badano LP, Agricola E, Perez de Isla L, Gianfagna P, Zamorano JL. Evaluation of the tricuspid valve morphology and function by transthoracic realtime three-dimensional echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2009;10: 477-84.
23. Tei C, Pilgrim JP, Shah PM, Ormiston JA, Wong M. The tricuspid valve annulus: study of size and motion in normal subjects and in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation* 1982;66:665-71.
24. Ton-Nu TT, Levine RA, Handschumacher MD, Dorer DJ, Yosefy C, Fan D, et al. Geometric determinants of functional tricuspid regurgitation: insights from 3-dimensional echocardiography. *Circulation* 2006;114:143-9.
25. Spinner EM, Lerakis S, Higginson J, Pernetz M, Howell S, Veledar E, et al. Correlates of tricuspid regurgitation as determined by 3D echocardiography: pulmonary arterial pressure, ventricle geometry, annular dilatation, and papillary muscle displacement. *Circ Cardiovasc imaging* 2012;5: 43-50.