



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**Hospital Médica Sur**

**CURVA DE APRENDIZAJE PARA LA MEDICIÓN DE  
VARIABLES CUANTITATIVAS POR  
ECOCARDIOGRAFÍA EN RESIDENTES DE MEDICINA  
CRÍTICA DEL HOSPITAL MÉDICA SUR**

**TESIS**

PARA OBTENER EL:  
TÍTULO DE ESPECIALIDAD  
EN:  
**MEDICINA CRÍTICA**

PRESENTA:  
**PAMELA DOMÍNGUEZ PÉREZ**

DIRECTOR DE TESIS  
DR. JOSÉ GUSTAVO BARAJAS RUÍZ

ASESOR DE TESIS  
DR. EDUARDO GARRIDO AGUIRRE

ASESOR DE TESIS  
DR. AL DAVID VÁQUEZ FLORES

HOSPITAL MÉDICA SUR, SEPTIEMBRE 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

1. Portada	.....	1
2. Autores	.....	1
3. Índice	.....	2
4. Antecedentes	.....	3
5. Marco de Referencia	.....	4
6. Panteamiento del Probelma	.....	5
7. Pregunta de Investigación	.....	5
8. Justificación	.....	5
9. Objetivos	.....	5
10. Hipótesis	.....	6
11. Diseño	.....	6
12. Materiales y Métodos	.....	6
13. Validación de Datos	.....	13
14. Presentación de Resultados	.....	14
15. Discusión	.....	23
16. Conclusiones	.....	24
17. Consideraciones Éticas	.....	24
18. Referencias Bibliográficas	.....	25

#### 4. ANTECEDENTES.

Actualmente la formación del médico residente está basada en competencias, las cuales tienen como objetivo desarrollar actividades profesionales confiables que determinaran sus habilidades y capacidades como médicos intensivistas.<sup>1</sup> Dentro de esta formación se encuentra la adquisición de conocimiento y habilidades con el uso del ultrasonido, el cual se ha convertido en herramienta indispensable para la toma de decisiones en el manejo del paciente en estado crítico.<sup>2,3,4</sup>

Actualmente el uso del ultrasonido abarca múltiples aplicaciones, desde la valoración de aspectos anatómicos, medición de variables dinámicas y hasta asistencia de procedimientos mínimamente invasivos.<sup>5,6</sup> Dentro de la valoración y medición de variables dinámicas, se encuentran las relacionadas con el monitoreo del estado hemodinámico. Dicho monitoreo es parte esencial del manejo y vigilancia del paciente en estado crítico, por lo que ha ido tomando importancia e incluso desplazando prácticas de monitoreo invasivo en estos pacientes. A través de este se han podido determinar las causales de los estados que comprometen la estabilidad hemodinámica, ayudando así a la toma de decisiones del día a día.<sup>7</sup>

Dentro de los diferentes abordajes del estado hemodinámico, se encuentra la valoración de la función y/o gasto cardiaco para diferentes aplicaciones, desde la simple medición para conocer el valor en tiempo real, como para el seguimiento del comportamiento de esta tendencia, hasta la comparación de éste en las pruebas de “reto de líquidos” para valorar la respuesta a dicha maniobra. El gasto cardiaco se puede estimar gracias al cálculo del volumen latido el cual se estima a través de la medición de la integral velocidad-tiempo (ITV), tracto de salida (TS) y la frecuencia cardiaca (FC). Incluso se ha comparado con el uso de catéter arterial pulmonar (Swan-Ganz) para el monitoreo del estado cardiovascular, demostrando no ser inferior a dicha estrategia. Por lo anterior, al ser un método no invasivo, a diferencia del catéter arterial pulmonar, se ha convertido en el método de elección para llevar a cabo este monitoreo. Sin embargo, a pesar de sus grandes beneficios, la principal limitante sigue siendo la característica de ser operador dependiente, por lo que la formación y capacitación de quien realiza estos estudios debe asegurar ciertos estándares en sus habilidades.<sup>7,8</sup>

Dentro de esta formación se han desarrollado diferentes protocolos de capacitación, cada uno dirigido a las necesidades y características de los pacientes a valorar.<sup>9,10</sup> En cuanto a la formación dentro de la unidad de terapia intensiva, las directrices se han normado por las diferentes sociedades de medicina crítica de diferentes partes del mundo, principalmente la europea con la participación de la sociedad americana, asiática, australiana entre otras.<sup>11</sup> Dichas directrices mencionan todo el proceso de formación, dentro de este se mencionan las características del programa y entrenamiento teórico, la cantidad de horas que debe cumplir y el contenido que debe abarcar. En cuanto a la parte práctica del programa donde se determinan las competencias que se deben alcanzar, al momento de especificar el número de estudios que se deben realizar para alcanzar dicha competencia, no se encuentra bien definido dicho número, sino que, de acuerdo con diferentes literaturas, se hacen recomendaciones de esta parte del proceso de aprendizaje.<sup>11,12</sup>

No es infrecuente encontrarse con esta disyuntiva, dadas las circunstancias de la heterogeneidad de los pacientes y capacidades de los residentes en formación, por lo que se han estado realizando, en los últimos 15 años, diferentes estudios que valoran esta curva de aprendizaje, cada uno enfocado a la valoración/medición de un parámetro de ultrasonido, por ejemplo, la medición del diámetro de la vena cava inferior; la valoración ultrasonográfica de la uropatía obstructiva, valoración del cuadrante superior abdominal (enfoque a vías biliares), entre otras.<sup>12</sup> Hablando específicamente de la unidad de terapia intensiva, varios factores entran en juego que impactan en estas curvas de aprendizaje, y es el hecho de tratarse de pacientes con condiciones fisiológicas alteradas a nivel sistémico, así como la alta frecuencia

de paciente con obesidad y/o patologías respiratorias que alteran y comprometen la ventana ecocardiográfica y por lo tanto la calidad de las mediciones.

Esta curva de aprendizaje, la podemos definir como la relación entre el tiempo dedicado a aprender una nueva habilidad o tarea (en este caso la medición de variables cuantitativas por ecocardiografía) y el nivel de competencia o rendimiento alcanzado. En general, estas curvas muestran un progreso inicial que tiende a ser más rápido y luego se ralentiza a medida que se adquieren más conocimientos y experiencia. Es importante conocer la curva de aprendizaje de estas habilidades, ya que pueden ayudar tanto al docente como al alumno a establecer expectativas realistas sobre cuánto tiempo y esfuerzo se pueden requerir para alcanzar ciertos objetivos y/o dominar una nueva habilidad. A su vez, permiten planificar el currículo de estudios y el tiempo necesario a invertir en el desarrollo de habilidad.

Por lo tanto, podemos determinar y calcular una curva de aprendizaje midiendo el número de mediciones ecocardiográficas que debe realizar un residente para que esta competencia sea un 80% similar a la que realizar un ecocardiografista experto.

En México el consejo mexicano de cardiología tiene establecido el número de estudios que debe realizar un cardiólogo para certificarse como ecocardiografista experto, siendo 1000 los mínimos indispensables para certificarse y 300 para mantener la certificación. Sin embargo, este número de estudios está determinado por opinión de expertos y no en una evidencia estudiada. A su vez, no existe un número de mediciones determinado para el proceso de formación de residentes de medicina crítica.

## **5. MARCO DE REFERENCIA.**

Se han llevado a cabo varios estudios que valoran y miden la curva de aprendizaje en residentes de medicina que se encuentran en entrenamiento de cursos de especialidad y subespecialidad en relación a las habilidades del uso del ultrasonido, tanto como para valoración diagnóstica como para procedimientos mínimamente invasivos.<sup>13,14,15</sup>

En el 2004 Jang et al realizaron un estudio retrospectivo para determinar la curva de aprendizaje en residentes de urgencias para la valoración del cuadrante abdominal superior por ultrasonido enfocado en patología biliar. Aunque en este estudio se reportaron estudiantes que alcanzaron una sensibilidad mayor al 80% con tan solo 10 repeticiones, hubo otros estudiantes que ameritaron realizar hasta 30 repeticiones. Al final se determinó que eran necesarias 25 mediciones repetitivas para alcanzar una sensibilidad mayor al 80%.<sup>16</sup> Posteriormente en el 2010, Jang et al realizaron un nuevo estudio, en esta ocasión prospectivo donde se valoró la curva de aprendizaje en residentes de urgencias con el uso de ultrasonido para diagnosticar colecistitis y colédocolitiasis. En esta investigación se revisaron un total de 1,837 pacientes por 127 diferentes médicos residentes, obteniendo al final una sensibilidad y especificidad del 84% y 86% para detectar cuadros de colelitiasis. Para analizar el número de repeticiones necesarias para alcanzar esta sensibilidad y especificidad, agruparon el número de mediciones de 10 en 10, por ejemplo, el primer bloque corresponde a las primeras 10 repeticiones, el segundo a las repeticiones 11 a la 20 y así sucesivamente hasta alcanzar 50 a 75 repeticiones. Al final del estudio se encontró un aumento exponencial de la sensibilidad y especificidad en las primeras 10 repeticiones, dicho porcentaje se optimizaba con el segundo bloque de repeticiones (20 repeticiones) y a partir de estas 20, el aumentar el número de repeticiones ya no tenía impacto en mejorar el porcentaje de sensibilidad y especificidad. Por lo que concluyeron que realizar más de 50 repeticiones tiene un mínimo efecto en el aumento de la sensibilidad y especificidad de este método de escrutinio y diagnóstico.<sup>17</sup>

En el 2015 en Colombia se llevó a cabo un estudio para medir la curva de aprendizaje en residentes de urgencias para la medición del diámetro de vena cava inferior en modelos sanos. En este estudio se reportaron como necesarias 11 repeticiones para alcanzar una tasa de éxito mayor al 80% y 21 para alcanzar una mayor al 90%.<sup>18</sup>

En relación a la curva de aprendizaje para realizar procedimientos guiados por ultrasonido, en el 2013 Kim et al. realizaron un estudio para medir dicha curva en estudiantes de medicina para la realización de un bloqueo nervioso regional guiado por ultrasonido en un simulador. En dicho estudio el objetivo era tanto la efectividad de la administración del fármaco como la duración para realizar el procedimiento. Para esto se le permitió a cada estudiante realizar 11 repeticiones, donde encontraron una optimización del procedimiento en un promedio de 5 repeticiones; la calidad de la administración aumentó en un 50% posterior a las primeras 3.6 repeticiones, alcanzando una meseta a las 8.5 repeticiones.<sup>19</sup>

En cuanto a los estudios hechos en las unidades de terapia intensiva, en el 2007, Vignon et al realizaron un estudio observacional prospectivo para valorar la curva de aprendizaje en residente de medicina crítica para realizar una valoración ecocardiográfica con dispositivos de ultrasonido portátil. En dicho estudio se incluyeron un total de 61 pacientes de los cuales 46 se encontraban bajo ventilación mecánica. A partir de estas valoraciones, también se valoró la capacidad de toma de decisiones basadas en los hallazgos ecocardiográficos. El resultado final determinó que se requirieron un promedio de 15 repeticiones por residente para realizar mediciones lo suficientemente fidedignas para tomar decisiones terapéuticas.<sup>20</sup>

## **6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La formación de médicos expertos se basa en alcanzar actividades profesionales confiables. A la fecha se desconoce el tiempo de práctica mínimo que requieren los residentes en formación para desarrollar las competencias necesarias para lograr una medición confiable de variables cuantitativas por ecocardiografía.

## **7. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.**

¿Cuál es el número de mediciones que debe realizar un residente de medicina crítica para alcanzar una tasa del 80% de éxito en la medición de variables cuantitativas por ecocardiografía?

## **8. JUSTIFICACIÓN.**

Para poder establecer un programa de enseñanza efectivo es necesario conocer la curva de aprendizaje de los objetivos que se pretenden alcanzar al final del curso. Dentro de estos objetivos se encuentra la valoración ecocardiográfica del paciente en estado crítico, la cual incluye mediciones cuantitativas y cualitativas que le permitirán, al residente, tomar decisiones en el manejo de su paciente. Conocer esta curva de aprendizaje también ayuda a establecer tiempos y métodos de formación.

## **9. OBJETIVO.**

### OBJETIVO PRINCIPAL

Medir el número de repeticiones que se requieren para que un residente de medicina crítica domine la medición de variables cuantitativas por ecocardiografía (alcanzando un 80% de sensibilidad). Lo anterior mediante la comparativa de mediciones realizadas por residentes y posteriormente por médicos ecocardiografistas.

### OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Comparar la curva de aprendizaje de los residentes de medicina crítica de primer año con los residentes de segundo año.
- Determinar la curva de aprendizaje de cada uno de los residentes por separado.

- Comparar la curva de aprendizaje por cada variable por separado.
- Determinar si el IMC tiene relación con la visualización adecuada de la ventana ecocardiográfica.

## **10. HIPÓTESIS.**

Se requieren realizar de 15 a 25 mediciones de una variable cuantitativa para obtener una tasa de éxito del 80%.

### HIPÓTESIS NULA

Se requieren realizar más de 25 mediciones de una variable cuantitativa para obtener una tasa de éxito del 80%.

### HIPÓTESIS ALTERNA

Se requieren realizar MENOS de 15 mediciones de una variable cuantitativa para obtener una tasa de éxito del 80%.

## **11. DISEÑO.**

Se trata de un estudio longitudinal prospectivo, en el cual se seguirá a una cohorte de residentes, a los cuales se les brindará una capacitación teórica inicial para la valoración y medición de variables cuantitativas por ecocardiografía. Posteriormente se les pedirá realizar dichas mediciones en pacientes de la unidad de terapia intensiva, las cuales serán corroboradas por un médico con formación en ecocardiografía para determinar el número de repeticiones necesarias para alcanzar una tasa de éxito del 80%.

- 11.1. Manipulación por el investigador
  - Experimental
- 11.2. Grupo de comparación
  - a) Descriptivo
- 11.3. Seguimiento
  - a) Longitudinal
- 11.4. Asignación de la maniobra
  - b) No aleatorio
- 11.5. Evaluación
  - a) Abierto
- 11.6. Participación del investigador.
  - b) Experimental
- 11.7. Recolección de datos
  - b) Prolectivo
- 11.8. Diseño:
  - a) Cohorte

## **12. MATERIALES Y MÉTODO.**

12.1. Universo de estudio.

Población de estudio.-

Residentes del curso de subespecialidad de medicina crítica del hospital Médica Sur, S.A.B. de C.V.

Pacientes adultos en estado crítico que requieran manejo y/o vigilancia en la unidad de terapia intensiva.

#### 12.2. Tamaño de la muestra.

De acuerdo con estudios previos el número de mediciones reportado que deben realizar los médicos en formación es de 25 a 30, lo que nos da un tamaño del universo de 120 repeticiones en 4 residentes, con base en lo anterior, y por medio de la página web “NetQuest”, se calculó un **tamaño de muestra de 92 repeticiones** para este estudio, lo anterior con una heterogeneidad del 50%, un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%.

Debido a que el tamaño de la muestra implicó el universo de residentes del programa no se hizo muestreo. Sin embargo, el orden en que los sujetos realizaron el ultrasonido fue aleatorio.

#### 12.3. Muestreo.

##### b) No probabilístico consecutivo

#### 12.4. Criterios de Selección:

Criterios de inclusión enfocados a los residentes:

##### 12.4.1. Criterios de Inclusión.

- Residentes de primer y/o segundo año del curso de subespecialidad de medicina crítica en el Hospital Médica Sur SAB de CV.
- Residentes de tomen completa la capacitación del estudio para la medición de las variables ecocardiográficas.
- Residentes que acepten formar parte de este estudio de investigación.
- Residentes que firmen el consentimiento informado.

##### 12.4.2. Criterios de exclusión.

- Residentes con formación/capacitación previa en la medición de variables ecocardiográficas.

##### 12.4.3 Criterios de eliminación.

- Residentes que no concluyan las mediciones ecocardiográficas hasta lograr una sensibilidad del 80%.
- Residentes que no se encuentren presentes en el hospital durante la realización del estudio.

Criterios de inclusión enfocados a los pacientes candidatos a la valoración ecocardiográfica para la medición de las variables cuantitativas.

##### 12.4.1. Criterios de Inclusión.

- Pacientes con edad igual o mayor a 18 años.
- Paciente en estado crítico que requiera manejo en la unidad de terapia intensiva.
- Paciente y/o familiar/representante legal que acepte formar parte del estudio de investigación y que, por lo tanto, firme el consentimiento



informado, ya sea por decisión propia del mismo paciente o por la de su familiar y/o representante legal.

#### 12.4.2. Criterios de exclusión.

- Pacientes con edad igual o menor de 17 años.
- Pacientes que no cuenten con una ventana ecocardiográfica adecuada.
- Pacientes portadores de prótesis valvulares.
- Pacientes con fibrilación auricular o cualquier otra arritmia cardíaca que impacte/limite la medición de variables hemodinámicas.

#### 12.4.3 Criterios de eliminación.

- Pacientes con mediciones tomadas en una ventana ecocardiográfica inadecuada.
- Pacientes que desarrollen arritmias cardíacas, las cuales limitan la confiabilidad de las mediciones.

#### 12.5. Definición de variables

Independientes. (CAUSA)		Dependientes. (EFECTO)	
Variable	Escala (intervalo, ordinal, nominal)	Variable	Escala (intervalo, ordinal, nominal)
Residente (Año Residencia)	Nominal (Dicotómica) Primer o Segundo año	Integral Velocidad-Tiempo (ITV)	Continua Medición en centímetros
Edad del Paciente	Continua Medición en años	Tracto de salida (TS)	Continua Medición en centímetros
Género del Paciente	Nominal (Dicotómica) Hombre / Mujer	Regurgitación Tricuspídea (RT)	Continua Medición en metros/seg
Índice de Masa Corporal del Paciente (IMC)	Continua Kilogramos/metro <sup>2</sup>	Ventana ecocardiográfica	Nominal (Dicotómica) Adecuada / Inadecuada
Registro del Paciente	Continua Medición numérica	Número de mediciones/repeticiones	Continua Medición numérica
Ventilación Mecánica	Categoría (Dicotómica) Sí / No		

#### 12.6. Descripción de procedimientos.

##### CAPACITACIÓN

Para este estudio se tomarán como muestra la totalidad de los residentes de la especialidad medicina crítica del hospital Médica Sur, tanto los pertenecientes al primer año, como los del segundo año del curso. Se les impartirá una capacitación teórica de 4 horas en relación con las características que debe cumplir una adecuada ventana ecocardiográfica para la medición de las variables a estudiar, la técnica de medición y el registro de las variables. Dicha capacitación será impartida por un médico ecocardiografista.

Las ventanas ecocardiográficas por valorar serán la paraesternal – eje largo, apical - cinco cámaras y apical – cuatro cámaras. Las características que debe cumplir una adecuada ventana ecocardiográfica son las siguientes:

##### 1. PARAESTERNAL – EJE LARGO:

- a. Colocar el transductor en el tercer o cuarto espacio intercostal, con la marca apuntando al hombro derecho del paciente. Colocar cerca del esternón, sin llegar a tocarlo. Posteriormente se debe mover desde la vista superior para medir la raíz aórtica.

- b. Estructuras que debes visualizarse: Aurícula izquierda, ventrículo izquierdo, trasto de salida del ventrículo izquierdo, trasto de salida del ventrículo derecho, raíz aórtica, aorta descendente, válvula mitral y válvula aórtica. Tal como se muestra en la imagen (Fig. 1.1)
- c. La técnica designada para realizar la medición del tracto de salida se realiza eligiendo la imagen donde se encuentre la válvula aórtica con el mayor grado de apertura, colocando el cursor sobre la base de ambas valvas con su posterior medición de la distancia entre valva y valva.

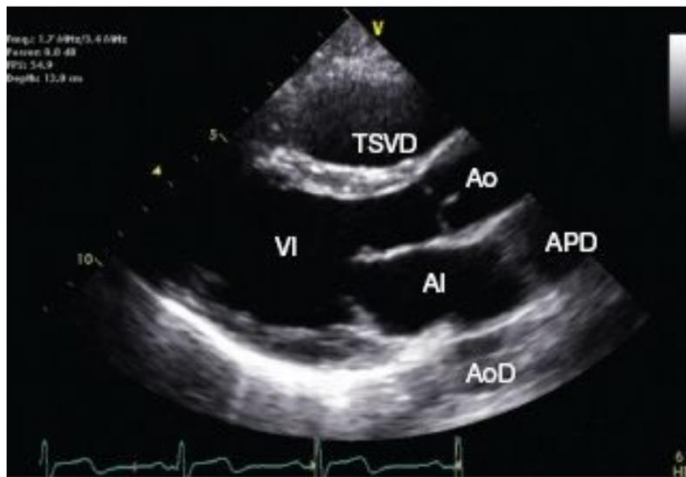


Figura 1.1. Vista del eje largo en ventana paraesternal. Fuente: Manual Washington® de Ecocardiografía

## 2. APICAL – CUATRO CÁMARAS:

- a. Colocar el transductor cerca del punto de máximo impulso de la punta cardiaca (y no sobre el mismo), el cual suele encontrarse en el quinto espacio intercostal entre la línea media clavicular y a línea axilar anterior.
- b. Incline la parte posterior del transductor apartándolo del hombro derecho.
- c. Estructuras que deben visualizarse: Aurícula izquierda, aurícula derecha, ventrículo izquierdo (paredes inferoseptal y anterolateral), ventrículo derecho, válvulas mitral y tricuspídea. Como se visualiza la figura 1.2.
- d. La técnica designada para realizar la medición de la regurgitación tricuspídea se realizará en doppler color y doppler continuo. Para el doppler color la caja de color incluirá la aurícula derecha, válvula tricuspídea, ventrículo derecho, tabiques interauricular e interventricular. Posteriormente con el uso de doppler continuo se deberá colocar el cursor a través de la vena contracta del flujo regurgitante para obtener el flujo muestra, del cual se medirá el pico de la velocidad de dicho flujo.



Figura 1.2. Vista de cuatro cámaras en la ventana apical. Fuente: Manual Washington® de Ecocardiografía.

### 3. APICAL – CINCO CÁMARAS:

- a. Desde la vista apical de cuatro cámaras, inclinar la parte posterior del transductor hacia la cadera izquierda del paciente. (El plano de la válvula aórtica se encuentra sólo unos pocos grados anterior al plano apical de cuatro cámaras).
- b. Estructuras de deben visualizarse: Aurícula izquierda, aurícula derecha, ventrículo izquierdo, tracto de salida del ventrículo izquierdo, ventrículo derecho, raíz aórtica, válvula mitral, válvula tricuspídea y válvula aórtica. Como se muestra en la figura 1.3.
- c. La técnica designada para realizar la medición del ITV se realizará en doppler pulsado colocando el cursor a un centímetro proximal a la válvula aórtica para obtener el volumen muestra. Posteriormente se medirá el área bajo la curva del flujo que se obtenga.

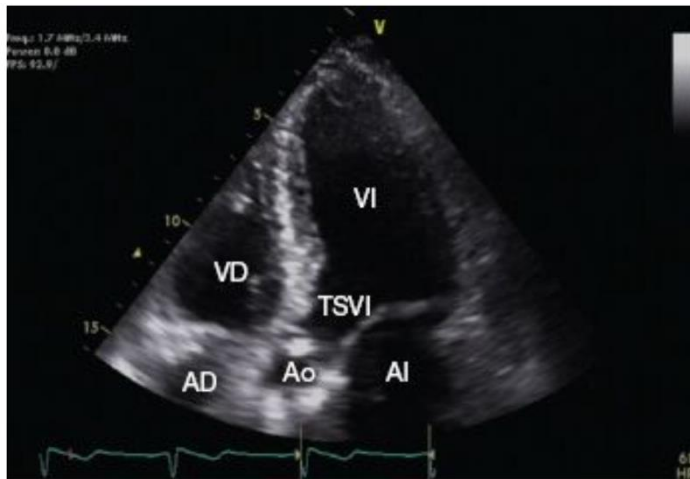


Figura 1.3. Vista apical de cinco cámaras. Fuente: Manual Washington® de Ecocardiografía

### RECLUTAMIENTO DE PACIENTES

En cuanto a los pacientes a ser valorados por ecocardiografía, se incluirán el número de pacientes necesarios hasta alcanzar la meta de la curva de aprendizaje, la cual será considerada al alcanzar una sensibilidad mayor al 80%. Para el reclutamiento de los pacientes, todos aquellos que cumplan con los criterios de inclusión, se les explicará, ya sea al paciente o al familiar, la naturaleza del estudio y en lo que consiste su participación. Una vez entendido y aclarado dudas, se les dará a firmar un consentimiento informado.

## MEDICIÓN DE VARIABLES POR ECOCARDIOGRAFÍA

La medición de variables se llevará cabo en la unidad de terapia intensiva de Médica Sur con el equipo de ultrasonido que se encuentra en la unidad (marca Mindray, modelo TE7 ACE, No. Serie: DC7-96001553) con el uso del transductor sectorial (FH3.8). Las mediciones de los residentes se llevarán a cabo entre las 14:00 horas y 15:00 horas del día, mientras que las mediciones por el ecocardiografista se llevarán a cabo entre las 15:00 y 16:00 horas, con la finalidad de evitar intervalos mayores a dos horas entre cada medición.

### 1. Variables Cuantitativas por valorar:

- Integral Velocidad-Tiempo (ITV)
- Diámetro del tracto de salida (TS)
- Regurgitación Tricuspídea

### 2. Variables Cualitativas por valorar:

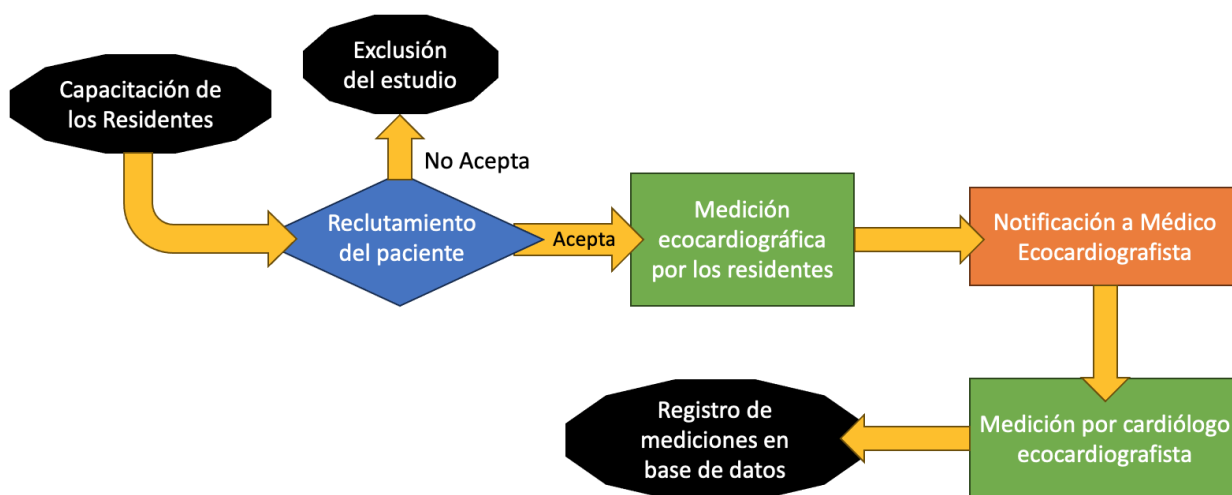
- Ventana ecocardiográfica

El registro de las mediciones realizadas por los residentes será por captura de pantalla de la ventana ecocardiográfica con la medición correspondiente, ambas se enviarán directamente al investigador principal por medio de mensajería multimedia.

Una vez realizada la medición, se le notificará al médico ecocardiografista la presencia de un paciente candidato a la medición comparativa. Los registros de estas mediciones serán reportados vía mensaje de texto al investigador principal.

Los registros, tanto de los datos del paciente, como de los resultados de dichas pruebas, se recopilarán en un formato de Excel que facilitará su extrapolación al sistema de análisis estadístico SPSS.

### 12.7. Diagrama de flujo



### 12.8. Hoja de captura de datos.

## BASE DE DATOS

Registro	Edad	SexoP	IMC	Residente	Año	SexoR	TS	V(ts)	ITV	V(itv)	RT	V(rt)	TSe	ITVe	RTe

ITV: Integral Velocidad-Tiempo / TS: Tracto de salida / RT: Regurgitación Tricusválvea / V(ts): Ventana para medici3n del TS / V(itv) Ventana para medici3n del ITV / V(rt): Ventana para la medici3n de la RT / TSe: medici3n del TS por el ecocardiografista / ITVe: Medici3n del ITV por el ecocardiografista / Rte: Medici3n de la RT por el ecocardiografista.

### 12.9. Calendario.

ACTIVIDAD						
	Jul 23	Ago 23	Sept 23	Oct 23	Nov 23	Dic 23
Inicio de anteproyecto	X					
1ª revisi3n	X					
Entrega al comit3 de investigaci3n local		X				
Inicio real del estudio		X				
Recolecci3n de datos		X	X			
Análisis de datos				X		
Resultados preliminares				X		
Conclusiones y recomendaciones				X		
Informe final					X	
Presentaci3n en eventos acad3micos					X	X

### 12.10. Recursos.

#### **12.10. 1. Recursos Humanos.**

**Investigador: Pamela Domínguez Pérez**

Actividad: Coordinaci3n de las mediciones ecocardiográficas por los médicos residentes y el médico ecocardiografista. Recopilaci3n de datos e informaci3n. Análisis estadístico y análisis de resultados.

Número de horas por semana: 5 horas.

**Investigador: Dr. Al David Vázquez Flores**

Actividad: Medición de variables ecocardiográficas.

Número de horas por semana: 5 horas

**Investigador: Dr. José Gustavo Barajas Ruíz**

Actividad: Capacitación tórica inicial. Coordinación con el médico ecocardiografista y revisión de la redacción y análisis del trabajo de investigación.

Número de horas por semana: 6 horas.

**Investigador: Dr. Eduardo Garrido Aguirre**

Actividad: Capacitación teórica inicial. Coordinación general y revisión de la redacción y análisis del trabajo de investigación.

Número de horas por semana: 6 horas

**12.10.2. Recursos materiales.**

Los recursos que se requiere utilizar:

Equipo de ultrasonido marca Mindray, modelo TE7 ACE, serie CD7-96001553.

Gel transductor.

**12.10.3. Recursos financieros.**

No se requerirá apoyo económico para este trabajo de investigación.

Los recursos se obtendrán de:

Cualquier gasto que pueda surgir en el desarrollo de este trabajo de investigación, correrá por cuenta de los investigadores principal y responsable.

**13. VALIDACIÓN DE DATOS.**

Para las variables continuas se realizó el cálculo de la media, mediana, moda, desviación estándar, mínimos y máximos, así como el análisis de la distribución y su representación en histogramas. Para las variables categóricas dicotómicas y ordinales se realizó una descripción de porcentajes y proporciones; así como su representación en gráficas de pay. No se imputó ningún valor faltante. Las variables de edad, peso, estatura, IMC y las medidas ecocardiográficas: tracto de salida, ITV y regurgitación tricuspídea, fueron consideradas como variables continuas. Mientras que las variables de sexo, ventilación mecánica, ventana ecocardiográfica y año de residencia se manejaron como variables categóricas dicotómicas; la variable de residente se manejó como variable categórica multinomial.

Para determinar la correlación entre las mediciones realizadas por los residentes y las realizadas por el ecocardiografista, se llevó a cabo una prueba de Spearman y una prueba de Mann-Whitney U ya que las variables no tuvieron una distribución normal. Primero se realizó un análisis comparativo tomando en cuenta la totalidad de las mediciones realizadas por todos los residentes (n=24), posteriormente se separaron entre los residentes de primer año y segundo año; y por último se realizó análisis de correlación de manera individual por residente.

Para determinar la correlación entre la obtención de una adecuada ventana ecocardiográfica y las variables de IMC y presencia de ventilación mecánica, se realizaron pruebas de Chi cuadrada.

Para todos los análisis se consideró un valor de p menor a 0.05 como valor estadísticamente significativo.

El registro de la información se recolectó en una base de datos en Excel, de la cual se tomó la información para realizar los análisis estadísticos en el software SPSS versión 25.

#### 14. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se capacitaron un total de 8 residentes: 4 de primer año y 4 de segundo año. La capacitación tuvo 4 horas de duración, dos horas de teoría sobre la obtención de la ventana ecocardiográfica y dos horas de clase práctica para la valoración y medición de variables cuantitativas ecocardiográficas, donde se incluyeron la medición de las 3 variables a estudiar en este protocolo.

La capacitación teórica fue brindada por el investigador principal (Dra. Pamela Domínguez Pérez) asesorada por el investigador asesor (Dr. Eduardo Garrido Aguirre) con una duración total de 2 horas. La capacitación práctica se llevó a cabo por dos ecocardiografistas con una duración de dos horas. Total de capacitación: 4 horas.

Del 17 de julio del 2023 al 11 de septiembre del 2023 se realizaron en total 27 mediciones ultrasonográficas en un total de 15 pacientes. De las 27 mediciones se excluyeron 3 del análisis de correlación por mala ventana ecocardiográfica. En total se tomaron 24 mediciones para el análisis de correlación en la curva de aprendizaje; y un total de 27 para el análisis de la relación IMC y presencia de ventilación mecánica con la obtención de una adecuada ventana ecocardiográfica.

En cuanto a las características de los pacientes se encontró lo siguiente: un total de 15 pacientes, de los cuales fueron 4 hombres y 11 mujeres; edad promedio de 65.67 años (mínima de 18 años y máxima de 90 años); peso promedio de 72 kilogramos, estatura promedio de 1.61 metros y un IMC promedio de 27.63 kg/m<sup>2</sup>. El resto de los valores se pueden observar en la tabla 1.1.

Statistics	Edad	Peso	Estatura	Índice de Masa Corporal
<b>N</b>	15	15	15	15
<b>Media</b>	65.67	72	1.61	27.63
<b>Mediana</b>	70	65	1.6	26.5
<b>Moda</b>	70a	65	1.6	32.3
<b>Desviación Estándar</b>	20.77	16.46	0.10	5.89
<b>Mínimo</b>	18	48	1.48	19.7
<b>Máximo</b>	91	110	1.84	43

Tabla 1.1. Características generales de los pacientes participantes.

De los 15 pacientes, el 46.7% se encontraba bajo el apoyo de ventilación mecánica, lo cual correspondió a 7 pacientes, mientras que el resto se encontraba bajo las condiciones de poder cooperar con la valoración ecocardiográfica. Fig. 2.1.

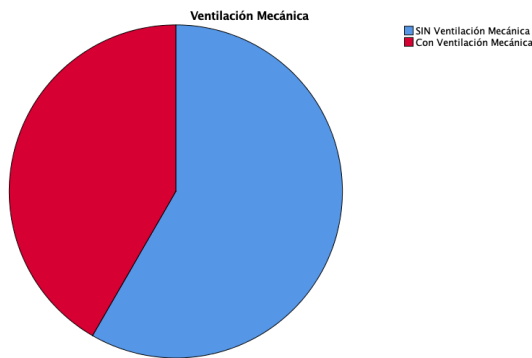


Fig. 2.1. Pacientes con ventilación mecánica vs pacientes sin ventilación mecánica.

En cuanto a los residentes participantes, se incluyeron los 8 que se capacitaron con 4 horas (2 horas de teoría y 2 horas de práctica). De los cuales 3 son hombres y 5 mujeres; 4 residentes son de primer año y 4 son de segundo año del curso de Medicina Crítica. En total realizaron 24 mediciones de cada una de las 3 variables a medir: tracto de salida (TS), integral velocidad-tiempo (ITV) y regurgitación tricuspídea (RT). Ver tabla 1.2. De estas 24 mediciones el 45.83% fue realizada por los residentes de primer año (R1) y el otro 54.17% por los residentes de segundo año (R2).

Residente	Frecuencia	Porcentaje
ACGL	2	8.3
CRJ	4	16.7
DARQ	2	8.3
EGH	2	8.3
HTC	1	4.2
JDNR	5	20.8
JRM	3	12.5
NALM	5	20.8
Total	24	100.0

Tabla 1.2. Número de mediciones realizadas por residente.

En cuanto a la obtención de una adecuada ventana ecocardiográfica, se reportaron 3 pacientes con ventana ecocardiográfica inadecuada para realizar mediciones. A su vez se reportó como limitante la adecuada identificación de la vena contracta en la medición de la regurgitación tricuspídea. Figura 2.2, 2.3 y 2.4.



Figura 2.2. Porcentaje de pacientes con ventana ecocardiográfica adecuada vs inadecuada para la medición del tracto de salida.



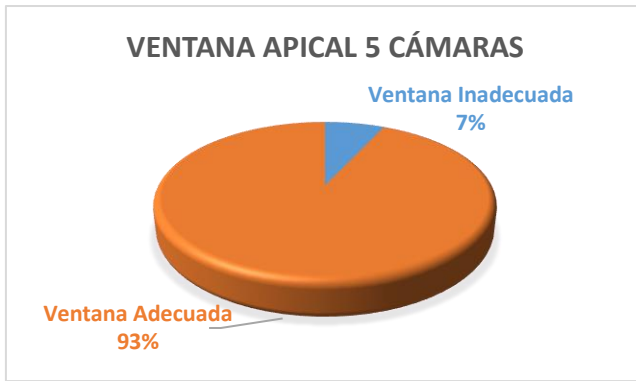


Figura 2.3. Porcentaje de pacientes con ventana ecocardiográfica adecuada vs inadecuada para la medición del ITV.

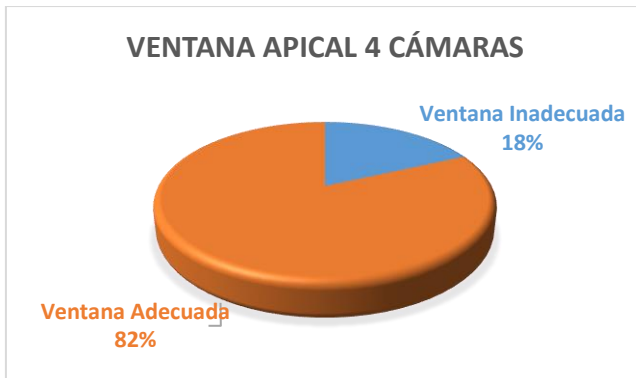


Figura 2.2. Porcentaje de pacientes con ventana ecocardiográfica adecuada vs inadecuada para la medición de la regurgitación tricuspídea.

En cuanto a la correlación de las dos variables medidas que se consideraron como posibles limitantes para la obtención de una adecuada ventana ecocardiográfica: índice de masa corporal y presencia de ventilación mecánica, ninguna de las dos demostró una relación estadísticamente significativa. Tabla 1.3

Limitantes para la ventana ETT	Total	Porcentaje	OR	IC 95% min	IC 95% max	Valor de P
Ventilación Mecánica	10	42%	1.57	0.25	10.09	0.65
IMC Normal	11	45.8%	0.50	0.072	3.454	0.231
IMC Sobrepeso	7	29.2%	0.40	0.038	4.327	
IMC Obesidad I	5	20.8%	2.50	0.306	20.453	
IMC Obesidad III	1	4.2%	NA	NA	NA	

Tabla 1.3. Impacto de las variables del IMC y ventilación mecánica en la obtención de una adecuada ventana ecocardiográfica.

En cuanto a la correlación entre las mediciones realizadas por los residentes y las realizadas por el ecocardiografista se realizó una comparativa graficada tanto por diagramas de dispersión para su análisis de correlación estadística, como por gráfica de temporalidad para visualizar la evolución de la correlación de acuerdo al tiempo. Dicha comparativa se realizó tomando en cuenta todas las mediciones realizadas por los residentes; posteriormente se realizó el análisis separando a los residentes por año de jerarquía y al final se realizó un análisis individual.

En la primera parte del análisis de correlación se encontró una correlación positiva para las tres variables, sin embargo la relación más fuerte se observó con la medición de la integral velocidad/tiempo (ITV) con un coeficiente de correlación del 0.786 con una  $p=0.001$ .

Para la segunda parte del análisis se evidenció una diferencia significativa entre la curva de aprendizaje de los residentes de primer año comparada con la de los residentes del segundo año.

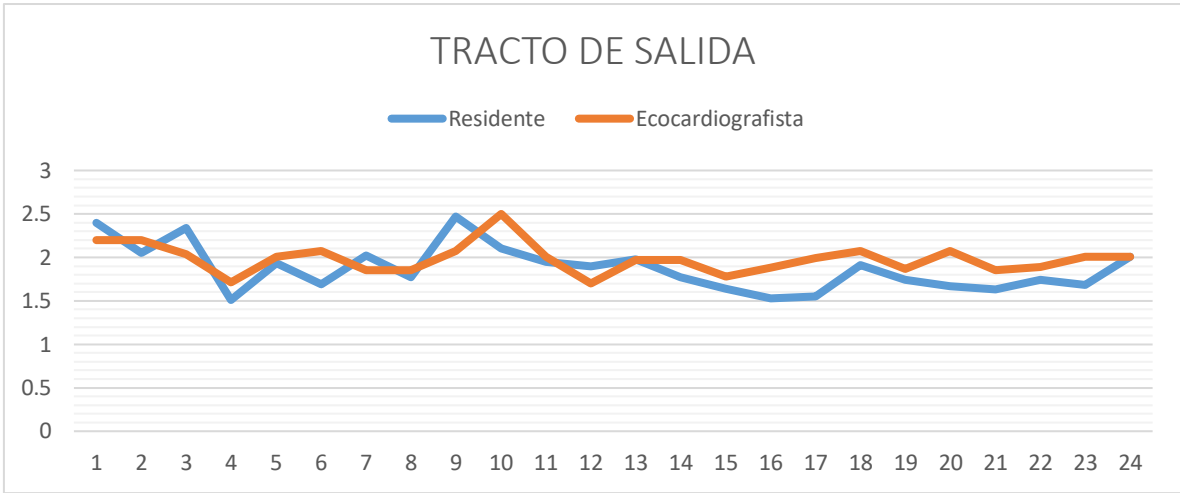


Figura 2.3. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por los residentes vs ecocardiografista en orden temporal para la variable del Tracto de Salida.

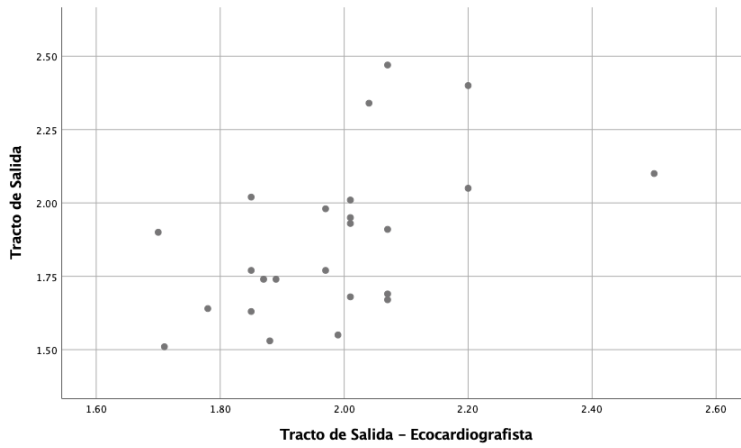


Figura 2.4. Diagrama de dispersión de las mediciones del TS realizadas por los residentes vs ecocardiografista.

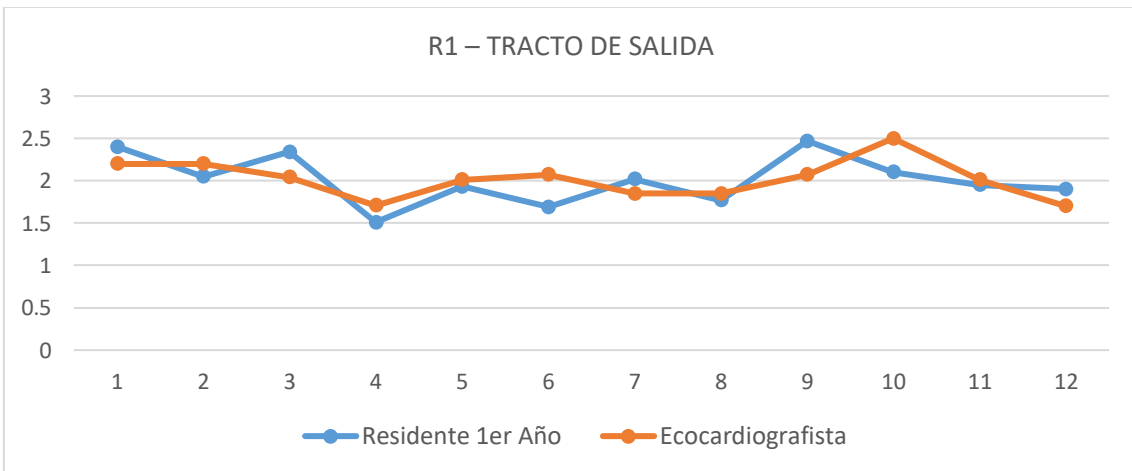


Figura 2.5. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por los residentes de primer año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de tracto de salida.

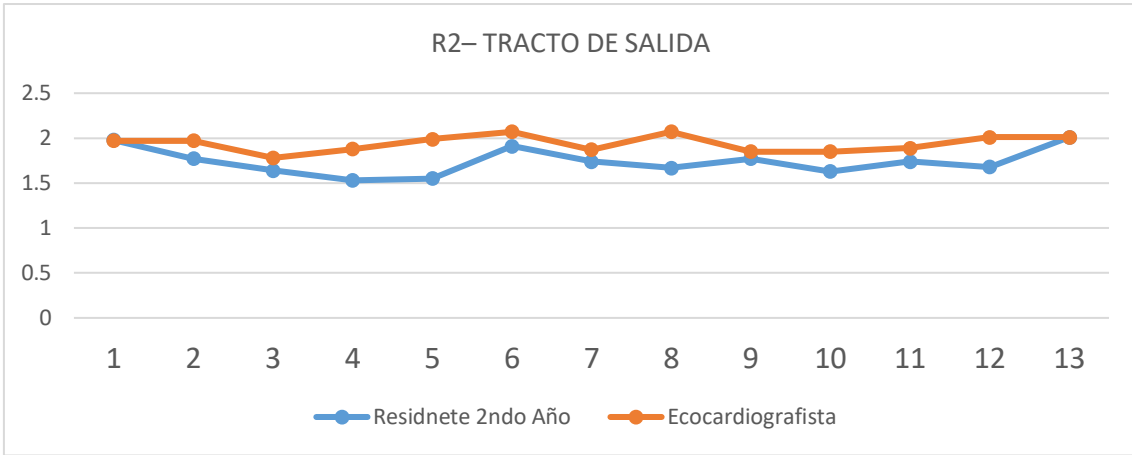


Figura 2.6. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por los residentes de segundo año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de tracto de salida.

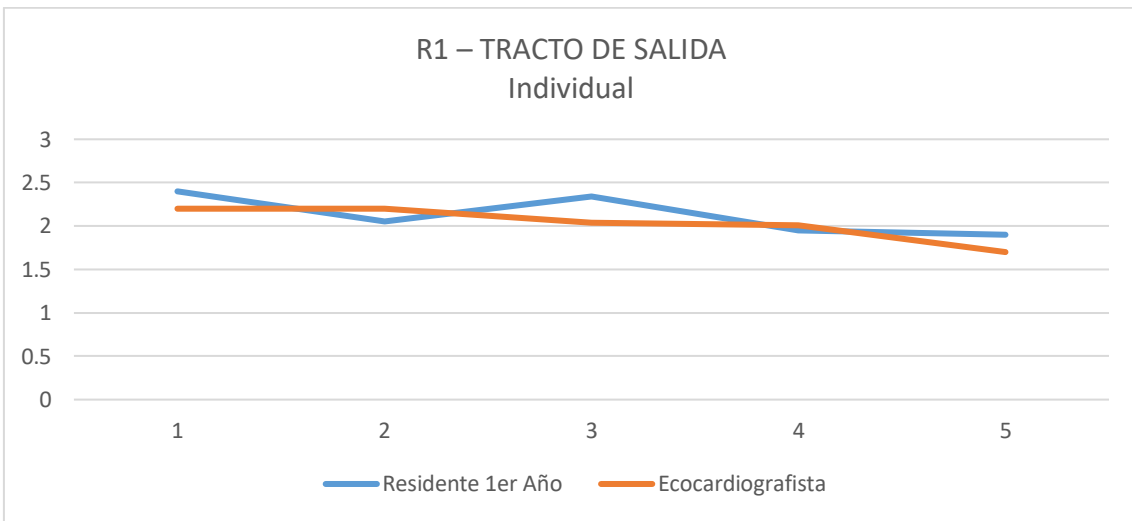


Figura 2.7. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por uno de los residentes de primer año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de tracto de salida.

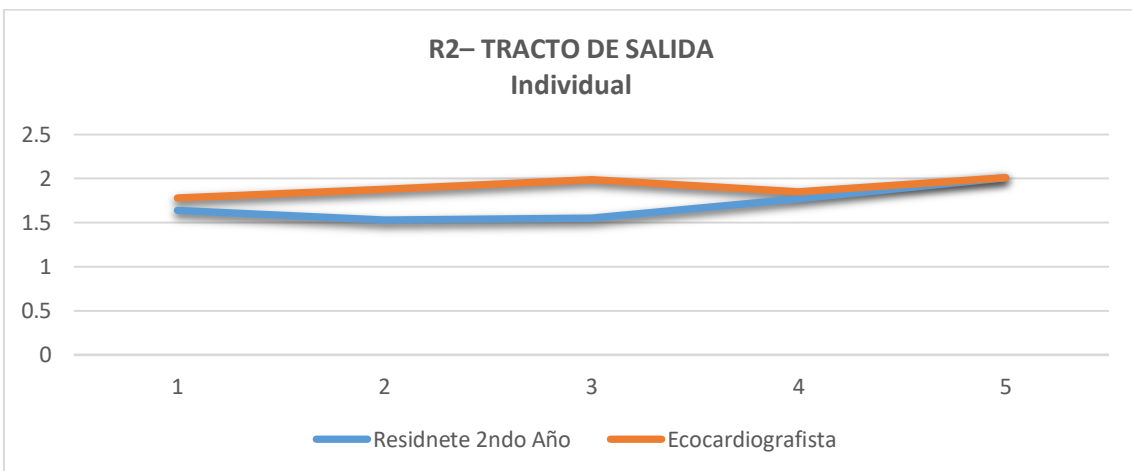


Figura 2.8. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por uno de los residentes de segundo año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de tracto de salida.

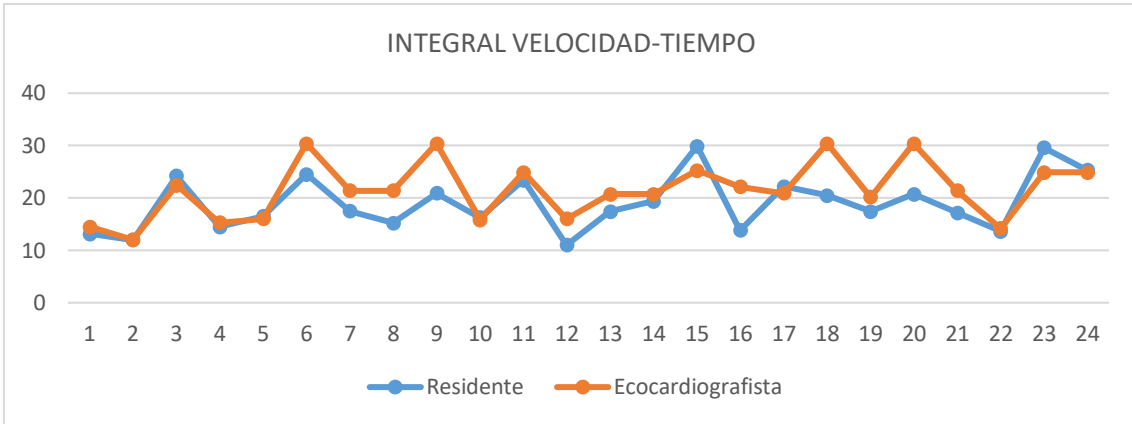


Figura 2.9. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por todos los residentes vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de ITV.

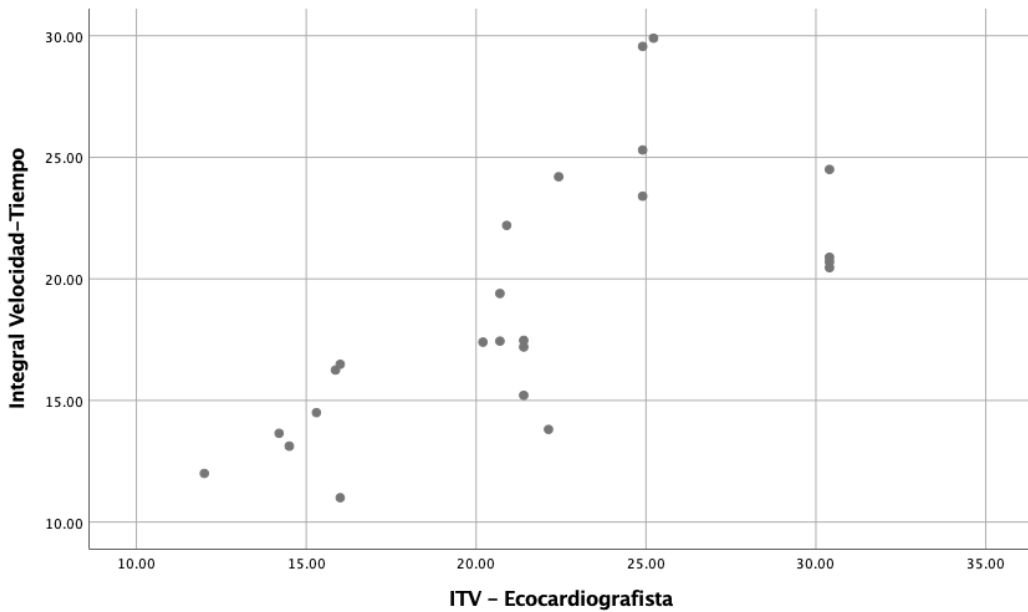


Figura 2.10. Diagrama de dispersión de las mediciones del ITV realizadas por los residentes vs ecocardiografista.

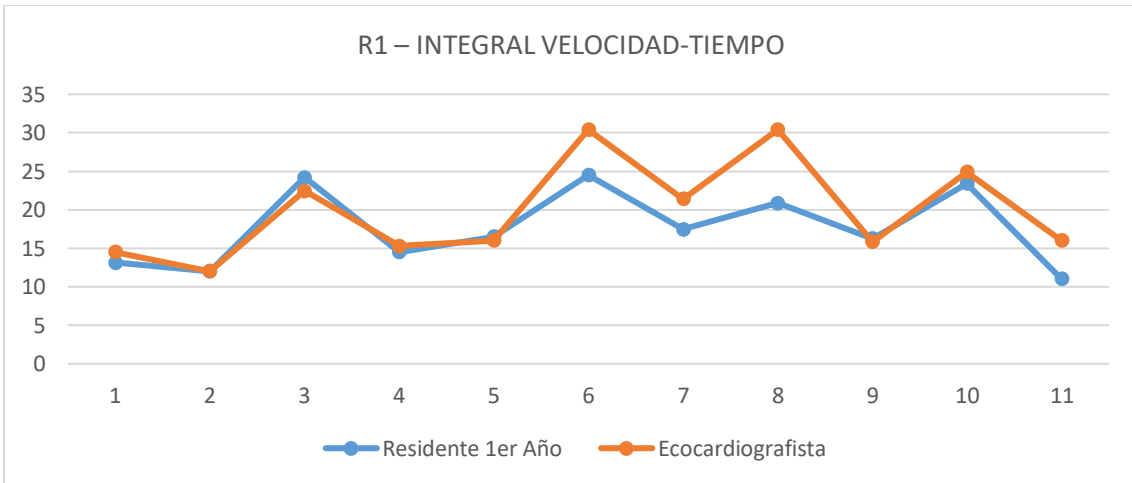


Figura 2.11. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por los residentes de primer año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de ITV.

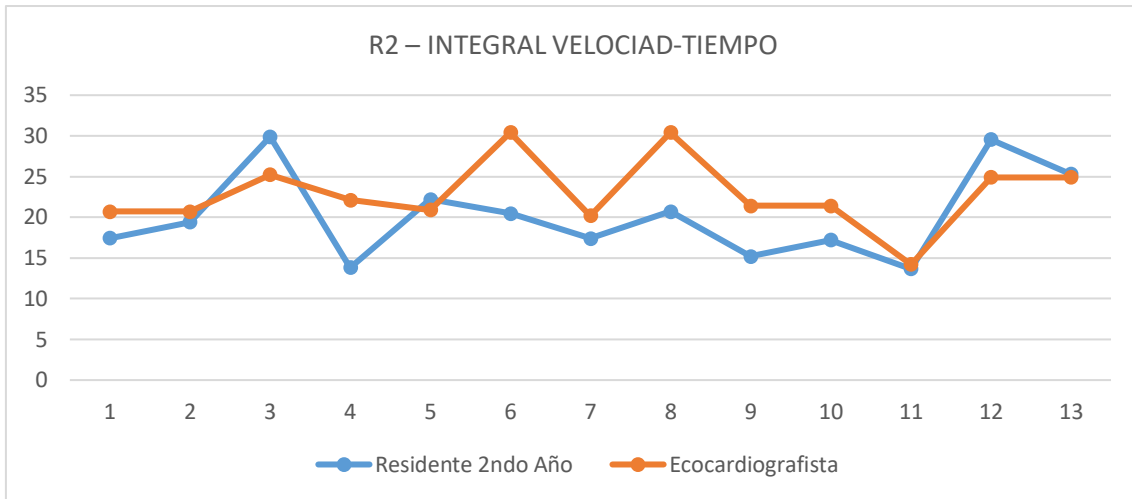


Figura 2.12. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por los residentes de segundo año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de ITV.

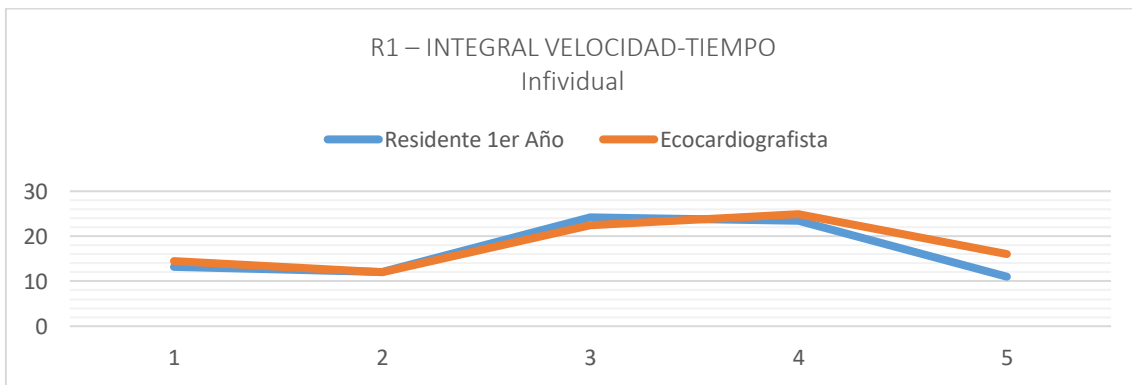


Figura 2.13. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por uno de los residentes de primer año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de ITV.

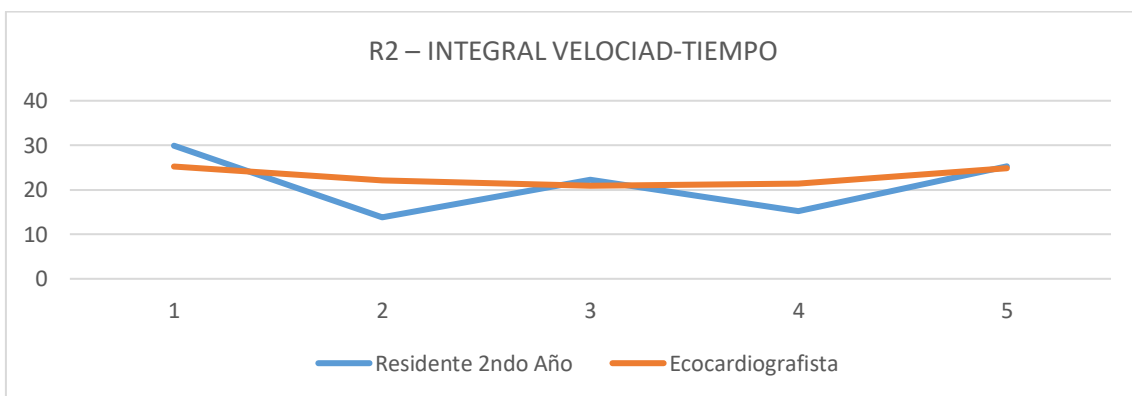


Figura 2.14. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por uno de los residentes de segundo año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de ITV.

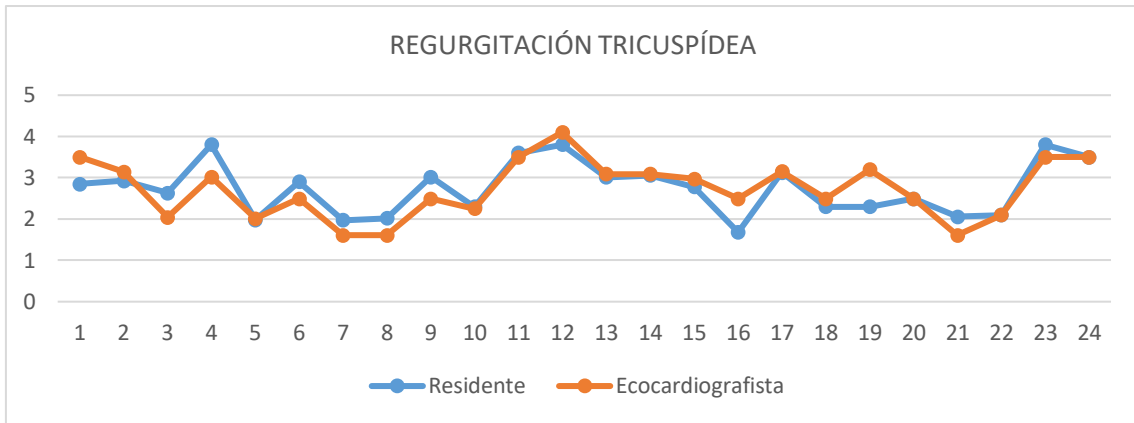


Figura 2.15. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por todos los residentes vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de Regurgitación Tricusúpea (RT).

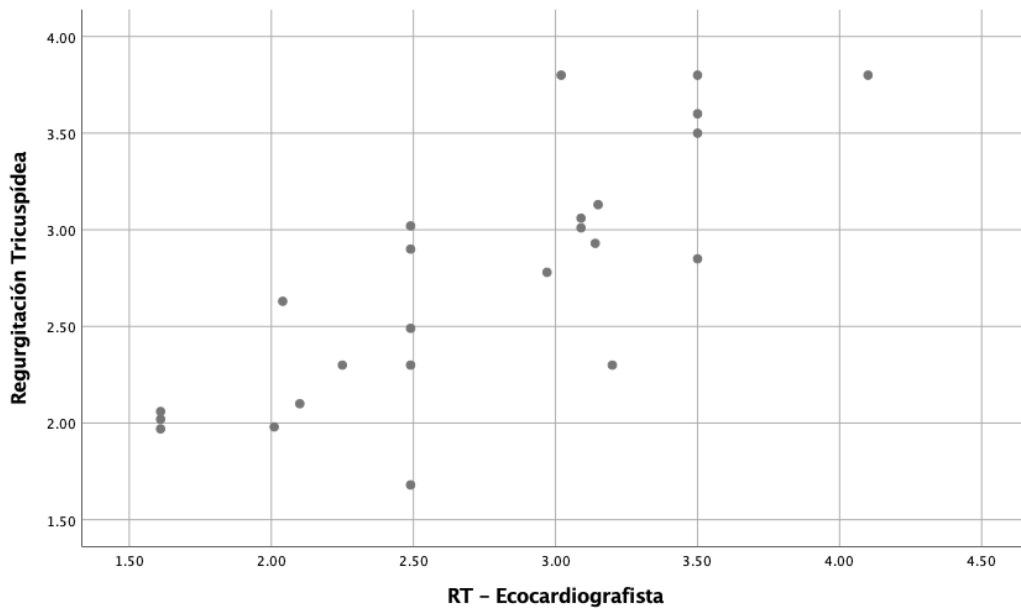


Figura 2.16. Diagrama de dispersión de las mediciones de la RT realizadas por los residentes vs ecocardiografista.

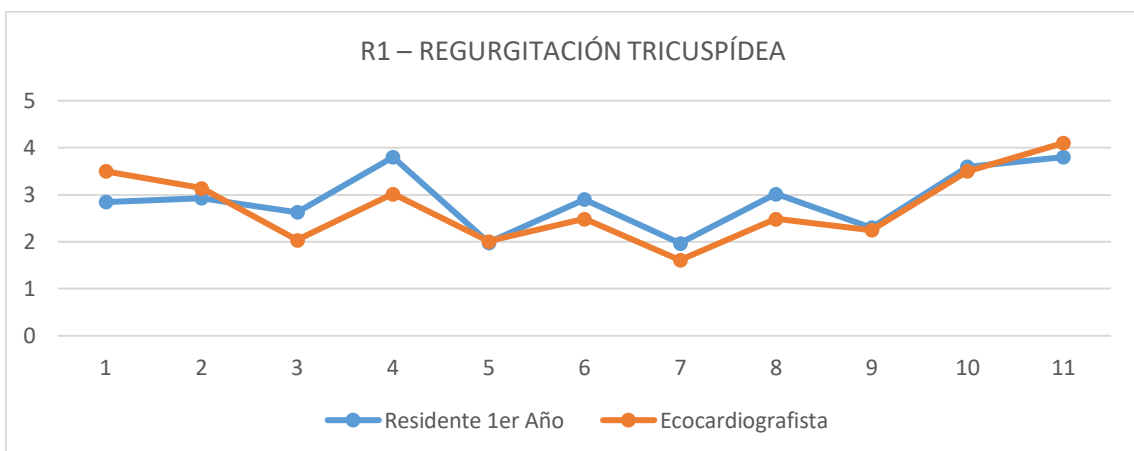


Figura 2.17. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por los residentes de primer año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de Regurgitación Tricusúpea (RT).

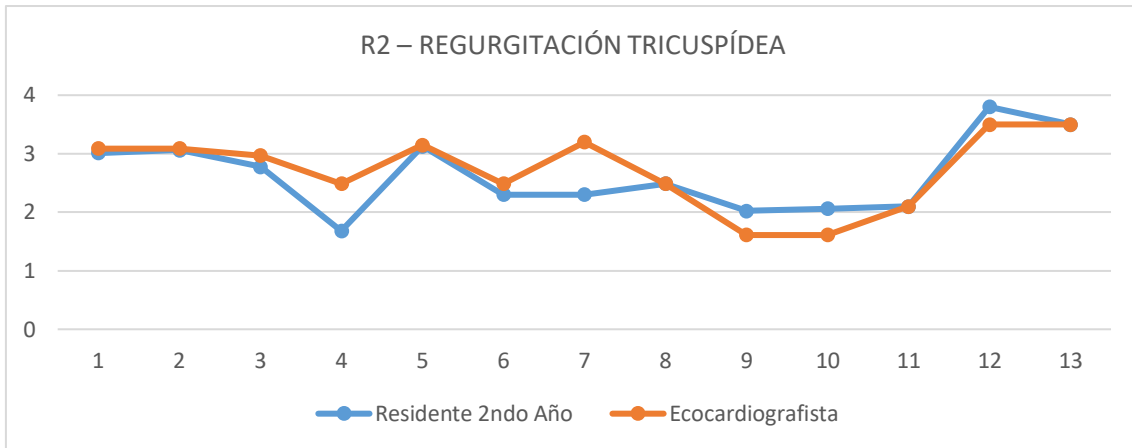


Figura 2.18. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por los residentes de segundo año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de Regurgitación Tricuspidéa (RT).

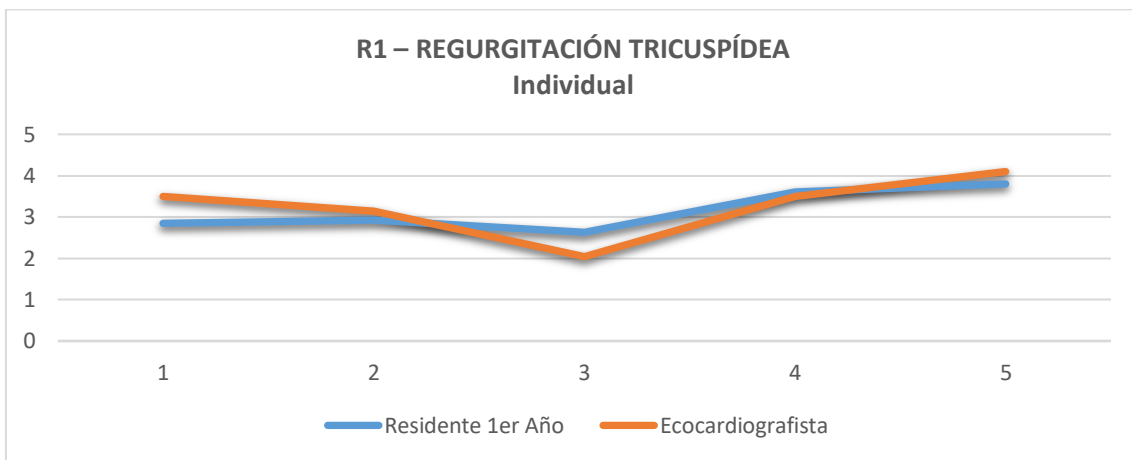


Figura 2.19. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por uno de los residentes de primer año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de Regurgitación Tricuspidéa (RT).

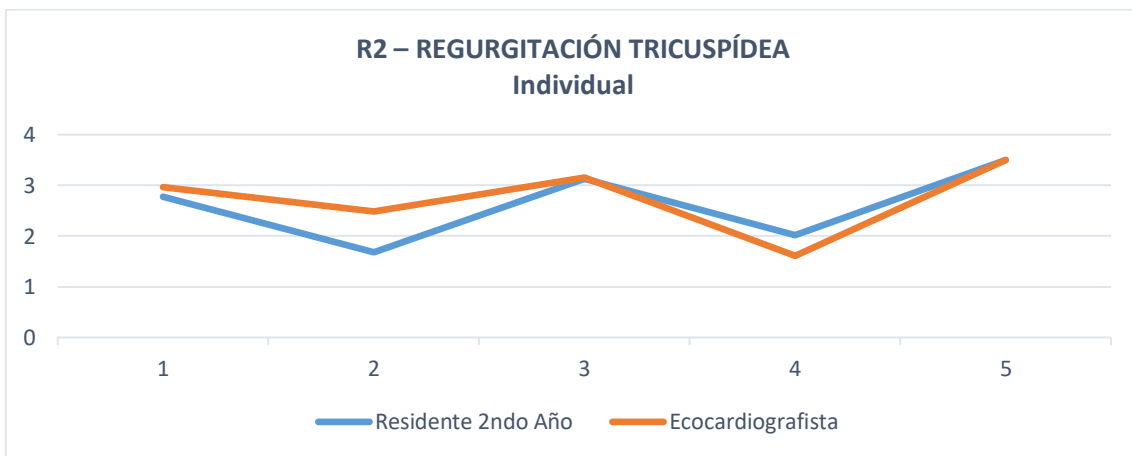


Figura 2.20. Gráfica comparativa de las mediciones realizadas por uno de los residentes de segundo año vs ecocardiografista en orden temporal para la variable de Regurgitación Tricuspidéa (RT).

<b>TOTAL DE RESIDENTES</b>			
<b>VARIABLE CUANTITATIVA</b>	<b>COEFICIENTE R</b>	<b>R^2</b>	<b>VALOR DE P</b>
Tracto de Salida	0.549	0.3014	0.005
Integral Velocidad - Tiempo	0.786	0.6178	0.001
Regurgitación Tricuspidéa	0.783	0.6131	0.001

Tabla 1.4. Resultados del análisis de correlación por Rho de Spearman para la medición de las variables por la totalidad de los residentes.

<b>R1</b>			
<b>VARIABLE CUANTITATIVA</b>	<b>COEFICIENTE R</b>	<b>R^2</b>	<b>VALOR DE P</b>
Tracto de Salida	0.633	0.4007	0.037
Integral Velocidad - Tiempo	0.913	0.8336	0.001
Regurgitación Tricuspidéa	0.785	0.6162	0.004

Tabla 1.5. Resultados del análisis de correlación por Rho de Spearman para la medición de las variables por los residentes de primer año.

<b>R2</b>			
<b>VARIABLE CUANTITATIVA</b>	<b>COEFICIENTE R</b>	<b>R^2</b>	<b>VALOR DE P</b>
Tracto de Salida	0.398	0.1584	0.20
Integral Velocidad - Tiempo	0.622	0.3869	0.031
Regurgitación Tricuspidéa	0.821	0.6740	0.001

Tabla 1.6. Resultados del análisis de correlación por Rho de Spearman para la medición de las variables por los residentes de segundo año.

<b>R1 - INDIVIDUAL</b>			
<b>VARIABLE CUANTITATIVA</b>	<b>COEFICIENTE R</b>	<b>R^2</b>	<b>VALOR DE P</b>
Tracto de Salida	0.821	0.6740	0.089
Integral Velocidad - Tiempo	0.600	0.3600	0.285
Regurgitación Tricuspidéa	0.802	0.6432	0.102

Tabla 1.7. Resultados del análisis de correlación por Rho de Spearman para la medición de las variables por uno de los residentes de primer año.

<b>R2 - INDIVIDUAL</b>			
<b>VARIABLE CUANTITATIVA</b>	<b>COEFICIENTE R</b>	<b>R^2</b>	<b>VALOR DE P</b>
Tracto de Salida	0.200	0.0400	0.747
Integral Velocidad - Tiempo	0.600	0.3600	0.285
Regurgitación Tricuspidéa	0.900	0.8100	0.037

Tabla 1.8. Resultados del análisis de correlación por Rho de Spearman para la medición de las variables por uno de los residentes de segundo año.

## 15. DISCUSIÓN

Como podemos observar, se evidenció una mayor correlación en las mediciones obtenidas por los residentes de primer año en comparación con los de segundo año. Se considera como probable causa de los hallazgos el sesgo de la observación, ya que las mediciones realizadas por los residentes de primer año, se realizaron bajo el conocimiento de su participación en este protocolo y por lo tanto su capacitación como el entrenamiento lo hicieron con mayor atención; mientras que los de segundo año recibieron una formación distinta y ya contaban con un grado de costumbre para realizar las mediciones.

Se determinó que la medición de la regurgitación tricuspídea como la variable con mayor dificultad para su medición, teniendo como principal limitante la adecuada identificación de la vena contracta.

Posterior a la observación del comportamiento de cada una de las curvas de aprendizaje, no se descarta la posibilidad de que la curva de aprendizaje para la medición de cada variable cuantitativa sea diferente, como se demostró en este estudio, siendo la curva de aprendizaje para medir el ITV y la RT más rápida que para el TS. Inicialmente se consideró la medición del TS como una probable variable con mayor facilidad de su medición debido a que este parámetro no se modifica constantemente en comparación



con los otros parámetros; sin embargo no descartamos el impacto que tiene la adecuada capacitación para su medición para así evitar interpretaciones inadecuadas y estandarizar su análisis.

Para realizar una adecuada medición y valoración ecocardiográfica, se debe obtener primero una adecuada ventana ecocardiográfica, la cual puede estar limitada por diferentes variables. En este estudio se valoraron el impacto del IMC y de la presencia de ventilación mecánica en la calidad de la ventana ecocardiográfica.

A pesar de que se tiene la creencia de que en el paciente obeso se dificulta más la obtención de una adecuada ventana ecocardiográfica, en este estudio no se encontró relación significativa entre el IMC y la calidad de la ventana ecocardiográfica obtenida.

Dentro de las estrategias para la obtención de una adecuada ventana ecocardiográfica se encuentran la posición del paciente y el patrón respiratorio del mismo, por lo que se pudiera considerar la incapacidad del paciente para cooperar con la posición y la respiración como una limitante para realizar este estudio en la unidad de terapia intensiva todos los pacientes con ventilación mecánica cumplen con esta limitante; sin embargo en este protocolo no se encontró una relación estadísticamente significativa entre la presencia de ventilación mecánica y la calidad de la ventana ecocardiográfica.

## 16. CONCLUSIONES

- Tomando en cuenta a todos los residentes como un grupo, se necesitan **más de 24 mediciones** para alcanzar una correlación mayor al 80% en la medición de todas las variables en conjunto.
- De manera individual por variable, se necesitan **por lo menos 10 repeticiones para la medición del ITV y de la RT para alcanzar una sensibilidad del 80%.**
- La curva de aprendizaje de los residentes de primer año es diferente a los de segundo año.
- Probable sesgo por observación/vigilancia como causal de la mayor correlación en las mediciones de los residentes de primer año vs los residentes de segundo año.

## 17. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y PROTECCIÓN DE DATOS

Todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Al ingreso de la hospitalización, en el Hospital Médica Sur, el paciente firma un aviso de privacidad donde se autoriza el utilizar los datos que componen a su expediente clínico con fines de investigación clínica sin riesgo para el titular.

En el presente estudio la confidencialidad de cada paciente es respetada al nunca utilizar datos personales y solo manipular números de expediente para identificar datos claves y desenlaces de su padecimiento en el expediente clínico electrónico.

Este protocolo se apega a las guías de práctica clínica actuales de valoración perioperatoria en cirugía no cardíaca en el adulto IMSS – 455-11, se ajusta además a la declaración de Helsinki en los apartados 20, 21, 22 y 23. Este protocolo se ajusta así mismo a la carta de Belmont, además de dicha declaración, la Asociación Médica Mundial también expandió los lineamientos del Código Núremberg, el cual plantea principalmente la obligación de los investigadores de contar con el Consentimiento Informado de los participantes.

Para continuar el fortalecimiento y la regulación de la investigación médica, en 2012 se creó la Norma Oficial Mexicana (NOM-12-SSA3-2012) que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación, para la salud en seres humanos que dicta lo siguiente:

ARTICULO 17.- Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de este reglamento, las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías: **I. Investigación sin**

**riesgo:** Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta; **II. Investigación con riesgo mínimo:** Estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, entre otros, y **III.- Investigación con riesgo mayor que el mínimo:** Son aquéllas en que las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, entre las que se consideran: estudios radiológicos y con microondas, ensayos con los medicamentos y modalidades que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, ensayos con nuevos dispositivos, estudios que incluyan procedimientos quirúrgicos, extracción de sangre mayor al 2% del volumen circulante en neonatos, amniocentesis y otras técnicas invasoras o procedimientos mayores, los que empleen métodos aleatorios de asignación a esquemas terapéuticos y los que tengan control con placebos, entre otros.

## 18. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Johri A., Durbin J., Newbiggin J., Mizuguchi G., Chow R., De S. et al. Cardiac Point-of-care Ultrasound: State-of-the-art in Medical School Education. Journal of the American Society of Echocardiography 2018;31(7):749-760. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2018.01.014>.
2. Beaulieu Y., Marik P. Bedside Ultrasonography in the ICU. Chest 2005;128(2):881-895. <https://doi.org/10.1378/chest.128.2.881>
3. Calle-Morales M.I., Duque-Hurtado C., Moreira-Accame M., et al. Guías para el entrenamiento de ultrasonido en urgencias. Guidelines for emergency ultrasound training. Rev. Arg. Ultrasonido. 2013;12(2):86-98.
4. Azcárate J., Clau-Terré F., Pereira R., Mier M., López A., Ochagavía A. et al. Documento De Consenso Para La Formación En Ecografía En Medicina Intensiva. Proceso Asistencial, Uso De La Técnica Y Adquisición De Competencias Profesionales. Medicina Intensiva 2014;38(1):33-40. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2013.07.003>
5. Emergency Ultrasound Guidelines. Annals of Emergency Medicine 2009;53(4):550-570. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2008.12.013>
6. Avilés L. , Vaccaro C. , Díaz C. , Amor L. , Iturra A. , León A. et al.. Curva De Aprendizaje Para El Diagnóstico Ecográfico Específico De Masas Anxiales. Rev. chil. obstet. ginecol. 2021;86(2):137-151. <https://doi.org/10.4067/s0717-75262021000200137>
7. Price S. , Nicol E. , Gibson D. , Evans T.. Echocardiography In the Critically Ill: Current And Potential Roles. Intensive Care Med 2005;32(1):48-59. <https://doi.org/10.1007/s00134-005-2834-7>

8. Álvarez-Fernández J. , Núñez-Reiz A.. Clinical Ultrasound In the Icu: Changing A Medical Paradigm. *Medicina Intensiva (English Edition)* 2016;40(4):246-249.  
<https://doi.org/10.1016/j.medicine.2015.10.003>
9. Kimura B., Sliman S., Waalen J., Amundson S., Shaw D. Retention Of Ultrasound Skills and Training In “Point-of-care” Cardiac Ultrasound. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2016;29(10):992-997. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.05.013>
10. Jujo S. , Sakka B. , Lee-Jayaram J. , Kataoka A. , Izumo M. , Kusunose K. et al.. Medical Student Medium-term Skill Retention Following Cardiac Point-of-care Ultrasound Training Based On the American Society Of Echocardiography Curriculum Framework. *Cardiovasc Ultrasound* 2022;20(1). <https://doi.org/10.1186/s12947-022-00296-z>
11. Expert Round Table on Ultrasound in ICU. International expert statement on training standards for critical care ultrasonography. *Intensive Care Med* 37, 1077–1083 (2011).  
<https://doi.org/10.1007/s00134-011-2246-9>
12. Price S. , Via G. , Sloth E. , Guarracino F. , Breikreutz R. , Catena E. et al.. Echocardiography Practice, Training and Accreditation In The Intensive Care: Document For The World Interactive Network Focused On Critical Ultrasound (Winfocus). *Cardiovasc Ultrasound* 2008;6(1).  
<https://doi.org/10.1186/1476-7120-6-49>
13. Fegoun A., Atar R. , Helou E. , Hermieu J. , Dominique S. , Hupertan V. et al.. The Learning Curve Of Transrectal Ultrasound-guided Prostate Biopsies: Implications For Training Programs. *Urology* 2013;81(1):12-16. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2012.06.084>
14. Jang T., Ruggeri W. , Dyne P. , Kaji A.. Learning Curve Of Emergency Physicians Using Emergency Bedside Sonography For Symptomatic First-trimester Pregnancy. *Journal of Ultrasound in Medicine* 2010;29(10):1423-1428. <https://doi.org/10.7863/jum.2010.29.10.1423>
15. Jang T., Casey R. , Dyne P. , Kaji A.. The Learning Curve Of Resident Physicians Using Emergency Ultrasonography For Obstructive Uropathy. *Academic Emergency Medicine* 2010;17(9):1024-1027. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2010.00850.x>
16. Jang T., Aubin C. , Naunheim R.. Minimum Training For Right Upper Quadrant Ultrasonography. *The American Journal of Emergency Medicine* 2004;22(6):439-443.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2004.07.025>
17. Jang T., Ruggeri W. , Dyne P. , Kaji A.. The Learning Curve Of Resident Physicians Using Emergency Ultrasonography For Cholelithiasis and Cholecystitis. *Academic Emergency Medicine* 2010;17(11):1247-1252. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2010.00909.x>
18. Gómez-Betancourt M., Ovalle-Novoa J.C., Bustos-Martínez Y.F., et al. Curva de aprendizaje para ventana ecográfica de la vena cava inferior, en residentes de medicina de emergencias. Universidad del Rosario. (2015). <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/10472>.  
[https://doi.org/10.48713/10336\\_10472](https://doi.org/10.48713/10336_10472)
19. Kim S., Hauser S., Staniek A., Weber S. Learning Curve Of Medical Students In Ultrasound-guided Simulated Nerve Block. *J Anesth* 2013;28(1):76-80. <https://doi.org/10.1007/s00540-013-1680-y>.
20. Vignon, P., Dugard, J., Abraham, J., Belcour, D., Gondran, G., Pepino, F., & Gastinne, H. (2007). Focused Training For Goal-oriented Hand-held Echocardiography Performed By Noncardiologist Residents In the Intensive Care Unit. *Intensive Care Med*, 10(33), 1795-1799.  
<https://doi.org/10.1007/s00134-007-0742-8>