

**CURVA DE APRENDIZAJE PARA VENTANA ECOGRÁFICA DE LA VENA
CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE EMERGENCIAS.**

Mauricio Gómez Betancourt. Md.

Juan Carlos Ovalle Novoa. Md.

Proyecto de Investigación

**Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Medicina de Emergencias**

Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario

Escuela de Ciencias de la Salud

Especialización en Medicina de Emergencias

Bogotá D.C - 2015

**CURVA DE APRENDIZAJE PARA VENTANA ECOGRÁFICA DE LA VENA
CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE EMERGENCIAS.**

AUTORES.

Mauricio Gómez Betancourt. Md
Residente Medicina de Emergencias.

Juan Carlos Ovalle Novoa. Md
Residente Medicina de Emergencias.

Yury Forlán Bustos Martínez. Md
Especialista en Medicina de Emergencias, Asesor Temático.

Ana María Barragán. Md, MSc
Master In Public Health, Asesor Metodológico.

José Moreno Montoya, MSc, PhD.
Estadístico, Master en Bioestadística, PhD Epidemiología.

Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario
Escuela de Ciencias de la Salud
Especialización en Medicina de Emergencias
Bogotá D.C - 2015

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	9
3. JUSTIFICACIÓN.	10
4. MARCO TEÓRICO.	11
4.1. Diámetro e índice de VCI.	12
4.2. Recomendaciones de ACEP sobre el entrenamiento en ultrasonido.	16
4.3. Publicaciones sobre curva de aprendizaje en ultrasonido.	17
5. OBJETIVOS.	20
5.1. Objetivo Primario.	20
5.3. Objetivos secundarios.	20
6. PROPÓSITOS.	21
7. METODOLOGÍA.	22
7.1. Diseño del estudio.	22
7.2. Población y muestra.	23
7.3. Tamaño de la muestra.	23
7.4. Criterios de inclusión y exclusión.	23
7.5. Tabla de definición de variables.	24
7.6. Hipótesis.	25
7.7. Técnicas, procedimientos e instrumentos a utilizar en la recolección de datos.	25
7.8. Análisis de datos.	25
7.9. Control de sesgos.	26
7.10. Implicaciones éticas.	27
7.11. Cronograma.	28
7.12. Presupuesto.	28
8. RESULTADOS.	29
8.1. Proceso de recolección de datos.	29
8.2. Análisis descriptivo y de asociación	29

8.3. Análisis del tiempo empleado para obtener cada ventana de ultrasonido.	30
8.5. Curva de aprendizaje de la ventana ecográfica de la VCI.	32
9. DISCUSIÓN.	33
10. CONCLUSIONES.	36
11. BIBLIOGRAFÍA.	37
12. ANEXOS	42

CURVA DE APRENDIZAJE PARA OBTENER LA VENTANA ECOGRÁFICA DE LA VENA CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE EMERGENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DEL ROSARIO.

INTRODUCCIÓN. El ultrasonido es fundamental en la medicina de emergencias, no se conoce cual debería ser la curva de aprendizaje para obtener las competencias técnicas y operativas; ACEP recomienda por cada ventana ecográfica realizar 25 repeticiones. No existe una curva de aprendizaje para ventana de VCI en la población de residentes colombianos.

OBJETIVO: Determinar la curva de aprendizaje necesaria para obtener una proporción mayor al 80% de éxitos en la toma de la ventana ecográfica de la VCI, usando la escala de calificación para el aseguramiento de la calidad sugerida por ACEP, en residentes de I a III año de medicina de emergencias.

METODOLOGÍA: Estudio experimental no comparativo, que evaluó la proporción de éxito en función del las tomas repetidas de la VCI por ultrasonido, mediciones que se tomaron luego de participar en una capacitación teórica y demostrativa de la técnica propuesta; se calificaron los videos según la escala publicada por ACEP. El análisis estadístico se realizó con un modelo logístico multinivel para la proporción del éxito, agrupado por repetición y agrupado por sujeto.

RESULTADOS: Se obtuvo información de 8 residentes, cada uno realizo 25 repeticiones a 3 modelos sanos con asignación aleatoria. Se realizó la curva de aprendizaje obteniendo en 11 repeticiones una proporción de 0.80 (rango 0.54 a 0.92) y en 21 repeticiones una proporción de 0.9 (rango 0.75 a 0.96), datos ajustados por numero de repetición y residente.

CONCLUSIÓN: La curva de aprendizaje para la ventana ecográfica de la VCI es de 11 y 21 repeticiones para obtener el 80% y 90% de éxito en residentes de medicina de emergencias de I a III año de la universidad del rosario.

Palabras clave: *curva de aprendizaje, ultrasonido, medicina de emergencias, índice de vena cava inferior y vena cava inferior.*

LEARNING CURVE TO OBTAIN INFERIOR VENA CAVA ULTRASOUND WINDOW IN EMERGENCY MEDICINE RESIDENTS FROM UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

INTRODUCTION. Ultrasound is essential in emergency medicine. However, learning curve to obtain technical and operative is unknown. ACEP suggests a minimum of 25 repeats by every ultrasound window. This study evaluated learning curve for ultrasound window of Inferior Vena Cava (IVC).

AIM: To establish learning curve in emergencies medical residents needed to obtain a proportion of success above 80% in ultrasound window for IVC, measured by ACEP scale for quality assurance.

METHODS: An experimental non-comparative study was designed to evaluate the success proportion of IVC ultrasound window after repetitive attempts. An expositive class of the technique was made prior to the experiment. Videos were assessed based on ACEP scales. For statistical analysis a multilevel logistic model was used for success proportion grouped by data and subject.

RESULTS: Data were obtained from 8 residents. Each one made 25 repeats to 3 randomized healthy models. Learning curve adjusted by subject and number of repeats showed a proportion of 0.81 (range from 0.57 to 0.93) after 11 repeats and 0.9 (0.75 to 0.96) after 21 repeats.

CONCLUSION: For a success proportion of 80 and 90% in IVC ultrasound window, 11 and 21 repeats are needed, respectively.

Keywords: *Learning curve, Ultrasound, Emergency medicine, Inferior cava vein, Inferior cava vein index*

1. INTRODUCCIÓN

La ultrasonografía ha impactado de forma favorable el manejo de pacientes en los servicios de urgencias, permite ser aplicada en la cabecera del paciente para favorecer el ejercicio diagnóstico y terapéutico. El ultrasonido se realiza de una forma focalizada y dirigida a un objetivo que responde preguntas clínicas, basado en un síntoma o signo y su uso ha ido ganando mayor soporte a través de los años a partir de resultados de publicaciones que lo sustentan, principalmente en pacientes gestantes, con shock, con disnea, con trauma ó en paro, adicionalmente es importante en el momento de guiar procedimientos, como es el caso de catéteres venosos centrales, pericardiocentesis, toracentesis, entre otros. (1-3)

La educación y la formación en ecografía se considera un componente básico en los programas de residencia de medicina de emergencias en los Estados Unidos y Europa (3). En Colombia la medicina de emergencias (ME) es una especialidad en crecimiento, con interés en la incorporación de la ecografía en su educación formal. Sin embargo, a pesar de ser un componente principal de los programas de medicina de emergencias en el mundo, en Colombia se ha reportado un uso inferior. De acuerdo a resultados de una encuesta realizada a residentes de ME de Colombia en el año 2013 solo el 52% había tenido experiencia con el uso de la ecografía, de ellos más de la mitad (58%) habían realizado menos de 10 exploraciones en toda su residencia (1). Por otra parte, la tendencia es a aumentar el uso del ecógrafo para la atención en los servicios de urgencias asociado a mejoría en la disponibilidad, la portabilidad y la durabilidad de las máquinas, adicional al diseño que facilita el uso por novatos (4).

El proceso de aprendizaje de la realización de un examen por ecografía se compone de dos partes: la introducción o preparatoria, durante la cual la persona aprende la secuencia de operaciones que tiene que hacer, y la parte complementaria, cuando el individuo sabe la secuencia y por repetición mejora su capacidad para realizar la tarea. (5) La curva de aprendizaje es el fenómeno en el cual a medida que aumenta el número de ciclos las competencias para ejecutar una actividad mejoran, haciendo cada intento más preciso, (6).

La ecografía al ser una técnica de imagen en tiempo real es dependiente del operador, es decir, depende de la experticia del médico para la obtención de imágenes de calidad, a partir de las cuales se puedan tomar decisiones. Los médicos emergenciólogos deben tener el entrenamiento adecuado para la toma de una buena ventana ecográfica de la vena cava inferior (VCI) dado su importancia en el manejo de pacientes en shock y se espera que las imágenes sean de un nivel de calidad suficiente para poder inferir una conducta (4,7). Se ha documentado la aplicación del ultrasonido en países en vía de desarrollo en donde es común encontrar subpoblaciones que persisten con altas prevalencias de enfermedades transmisibles que cursan con deshidratación y shock hipovolémico, además en los países en vía de desarrollo predominan problemas sociales que generan un impacto desfavorable en la salud de las poblaciones debido al aumento de la violencia y lesiones por trauma (4). En Colombia las causas de mortalidad por trauma se ubican dentro de las más frecuentes, los homicidios para 2011 alcanzaron una tasa ajustada por edad de 35,91 por cada 100.000 habitantes, los accidentes de transporte terrestre alcanzaron una tasa ajustada por edad de 13,13 muertes por cada 100.000 habitantes para el mismo año y para el 2012, 13.21 muertes por cada 100.000 habitantes (8). En este escenario colombiano, la ecografía se convierte en una herramienta útil que se suma al análisis crítico que realiza en clínico con la única intención de mejorar las conductas y con ello mejorar los desenlaces de los pacientes. La ventana ecográfica de la VCI es una evaluación que ha demostrado por medio de la medición de los diámetros e índice de colapsabilidad utilidad en el manejo de los líquidos intravenosos de los pacientes en choque, la evidencia actual respalda esta práctica con un rendimiento diagnóstico similar o mejor a variables invasivas para predecir la respuesta a fluidos (7,9,10).

El colegio americano de medicina de emergencias (ACEP), ha recomendado como un criterio mínimo de formación 25 exámenes de ultrasonido por cada ventana ecográfica, recomendación basada en opinión de expertos (7). De forma similar, el estudio de Gaddis y colaboradores demuestra que el incremento en la precisión de la interpretación del FAST (focused abdominal sonography for trauma) aumenta con la experiencia de realizar varias repeticiones (11). Hasta donde conocen los autores del presente estudio, no se han publicado estudios de educación en VCI con descripción de la curva de aprendizaje para la interpretación precisa de la VCI en modelos sanos, por lo tanto podría proporcionar evidencia útil para establecer monitoreo de la efectividad de los modelos de educación en ultrasonido de emergencias.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ultrasonido en emergencias es una herramienta útil para tomar decisiones clínicas en tiempo real, sus mayores aportes están en los casos de pacientes en shock, trauma y guía de procedimientos, actualmente se ha incorporado la formación en ultrasonido en los programas de residencia de medicina de emergencias, como una de las competencias del saber y saber hacer (1,12).

ACEP en sus guías de ultrasonido del 2008 plantea según recomendación de expertos realizar por cada ventana ecográfica al menos 25 ecográficas, con un rango entre 25 y 50 estudios con el objetivo de obtener competencias operativas (7), lo cual genera incertidumbre al momento de implementar estrategias de formación en ultrasonido a los residentes, con interrogantes en el numero de estudios necesarios para obtener una curva de aprendizaje de las diferentes ventanas usadas por los especialistas en medicina de emergencias, mas si se tiene en cuenta el poco entrenamiento en ultrasonido de emergencias que ofrecen los programas de residencia en medicina de urgencias y emergencias hasta el año 2013 en Colombia, la realidad actual es la generación de rotaciones exclusivas en ecografía que ha mejorado la exposición de los residentes a esta técnica de diagnostico en tiempo real (1).

Entre las ventanas ecográficas una de las mas importantes es el de la VCI a partir de la cual se logra realizar la medición del índice de VCI que ha demostrado su ayuda al momento de tomar conductas con respecto al aporte de líquidos intravenosos en los pacientes en condición critica (13). En nuestra búsqueda de la literatura no se encuentran estudios que evalúen la curva de aprendizaje para realizar la ventana ecográfica de la vena cava inferior.

El presente estudio pretende aumentar el conocimiento en torno a los estándares de educación y calidad de la técnica en ultrasonido. Se desea aportar información a la comunidad médica y educativa al responder ¿Cuál es el numero necesario de repeticiones para obtener la curva de aprendizaje de la ventana ecográfica de la vena cava inferior, realizado por residentes de medicina de emergencias de la universidad del Rosario en modelos sanos?.

3. JUSTIFICACIÓN

La ecografía usada en el servicio de urgencias es una forma rápida, precisa y no invasiva que integra el ejercicio clínico, diagnóstico y terapéutico, específicamente el aprendizaje de la técnica de visualización ecográfica de la VCI es importante en el momento de enfrentar a un paciente que requiere retos volumétricos. Se pretende que en el presente estudio los resultados arrojados ofrezcan orientación sobre si las 25 repeticiones por cada ventana ecográfica recomendado por ACEP realmente es necesario para obtener la curva de aprendizaje, esto como insumo para la construcción de programas de monitorización y evaluación en la enseñanza en ultrasonografía de los programas de medicina de emergencias en Colombia. Los resultados de este estudio son importantes para la sociedad en la medida en que se pretende aportar recomendaciones que ayuden a estructurar la formación de la ecografía en los programas de medicina de emergencias. La investigación es viable ya que se tiene acceso a una institución educativa con centro de simulación, dotado con un ecógrafo y los investigadores tiene la capacidad e idoneidad para conducir un proyecto de investigación que represente un aporte al conocimiento actual de la especialidad.

Los participantes en este trabajo tanto los residentes sujetos de estudio como los que harán de modelos para la realización de los ejercicios necesarios para el desarrollo de este; se ven motivados para su participación ya que de esta manera contribuyen a construcción de conocimientos necesarios para el fortalecimiento del proceso de aprendizaje de procedimientos necesarios e imprescindibles para el ejercicios profesional en el campo de su especialización. Entendiendo que lo resultados arrojados por este trabajo servirán para establecer las pautas de entrenamiento necesario para la formación en obtener la ventana ecográfica de vena cava inferior y posiblemente de otras ventanas necesarias para la práctica de la ultrasonografía a la cabecera de los pacientes, los cuales podrán ser utilizados en el programa de posgrado al cual pertenecen, de esta manera fortaleciendo su especialización.

4. MARCO TEÓRICO

El ejercicio de la medicina en los servicios de urgencias ofrece grandes retos a los profesionales de salud, enfrentándolos a situaciones impredecibles con pacientes aguda y gravemente enfermos. Los pacientes críticamente enfermos presentan unas condiciones que limitan la comunicación entre el personal de salud y ellos mismos por la situación clínica en al que se encuentran. La atención de estos pacientes en su cabecera con la ayuda de herramientas como el ultrasonido ha permitido obtener mayores datos al momento de tomar decisiones con inferencia clínica (7,12,14).

El impacto del ultrasonido en países en vías de desarrollo se ha evaluado a partir estudios en gestión de resultados y desenlaces clínicos. Un estudio en Ruanda (15), evaluó el impacto del ultrasonido en dos hospitales preguntando a los médicos si el ultrasonido cambió los planes de manejo de los pacientes, de las primeras 345 ecografías realizadas la mayoría se realizaron con fines obstétricos (n=102), seguido de ecografías de abdomen (n=94), corazón (n=49), renal (n=40) y pulmonar (n=36), junto con algunos usos en procedimientos, el 43% de los casos los hallazgos ecográficos cambiaron el plan de manejo inicial del paciente, siendo mas común los cambios en la realización de un procedimiento quirúrgico, la medicación ó la cancelación de un procedimiento quirúrgico programado. De forma similar el estudio realizado por Kotlyar (16), la ecografía cambió el manejo del paciente en el 62% de los casos en el principal centro de atención en Monrovia, Liberia, el mayor impacto en el manejo del paciente fue visto con la primera ecografía obstétrica, seguido de exámenes de ultrasonido FAST y cardíacos. Los resultados de un estudio de pacientes en la selva amazónica que fue llevado a cabo por un grupo de médicos de Medicina de emergencias estadounidenses, encontró que los exámenes de ultrasonido cambiaron el tratamiento en el 28% de los pacientes (17). A partir de estas series Sippel y colaboradores concluyen que el impacto de la ecografía en países en vía de desarrollo contribuye con el aumento del porcentaje de diagnósticos certeros en el 68% de los casos, hasta el 60% de los casos evaluados y tuvo impacto favorable en el desenlace de las enfermedades por cuanto se hizo cambios y ajustes en el tratamiento (4).

4.1. Diámetro e índice de VCI.

La evaluación del estado del volumen intravascular es una condición necesaria pero difícil de lograr en los pacientes con disnea o hipotensión, frecuentemente los signos vitales y el examen físico no logra evaluar confiablemente el estado de volumen del paciente, existen métodos invasivos con mejor rendimiento diagnóstico, pero son de alto costo y poca disponibilidad en los servicios de urgencias, la exploración con ultrasonografía de la vena cava inferior es una alternativa no invasiva confiable y repetible que ayuda al médico a diferenciar entre un estado de hipervolemia o hipovolemia (18,19).

La utilidad principal de la medición en la cabecera del paciente de la vena cava inferior es ayudar en la evaluación del estado del volumen intravascular, principalmente debido a que no se ha encontrado que sea afectada por la respuesta vasoconstrictora compensadora a la pérdida de volumen, por lo tanto puede ser de particular importancia en los casos de hipotensión indiferenciada u otros escenarios de estados anormales del volumen, tales como sepsis, deshidratación o insuficiencia cardíaca (2,12).

Los cambios en el estado del volumen se verán reflejados en la evaluación ultrasonográfica de la VCI, donde el aumento o la disminución de la colapsabilidad ayudará a guiar el manejo del paciente. La combinación del diámetro absoluto de la vena cava inferior y el grado de colapso con la respiración puede dar una estimación de la presión venosa central y con esto sustituirla para realizar mediciones menos invasivas (2,20). La vena cava inferior es un recipiente compresible que se ajusta a la condición del volumen corporal principalmente intravascular, por medio de modificaciones en su diámetro, sus paredes se contraen y expanden de acuerdo con la respiración, la presión negativa creada por la inspiración espontánea aumenta el retorno venoso al corazón, colapsándola brevemente, con la exhalación disminuye el retorno venoso y la VCI vuelve a su diámetro basal; sucede lo contrario en el paciente con presión positiva en la vía aérea, con cada inspiración hay disminución en su diámetro y con la espiración regresa a su diámetro basal; en los estados de bajo volumen intravascular (hipovolemia real o relativa) el porcentaje de colapso será proporcionalmente mayor que en los casos de euvolemia. El método recomendado por ACEP para el cálculo del índice de VCI en porcentaje es el siguiente: Diámetro espiratorio de la VCI, menos el diámetro inspiratorio de la VCI, dividido por el diámetro espiratorio de la VCI por 100 (2).

La medición del índice de VCI es una herramienta mas en la valoración ultrasonografía del paciente con alteración del volumen efectivo, como en estados de choque distributivo o hipovolemia, por lo tanto hace parte de un conjunto de mediciones entre las que se encuentran la ecografía de saco pericárdico, contractilidad cardiaca, pulmón, abdomen, vasos venosos en miembros inferiores, por lo que existen diversos protocolos que conjugan estas mediciones con el objetivo de ayudar a definir el trastorno primario generador de choque, causas de disnea o guiar la reanimación cerebro cardiopulmonar (18,19,21).

Stawicki, en el 2000, comparo la presión venosa en la vena cava superior con la presión de la vena cava inferior en pacientes ambulatorios sin estado critico en 60 pacientes, donde se demostró que la presión media en la vena cava abdominal es esencialmente la misma que la presión media de la aurícula derecha al final de la espiración, las mediciones de VCI fueron, en promedio, 0,23 mm Hg más baja que las medidas de presión de la aurícula derecha (22). En el año 2010 se publicaron las guías de la Sociedad Americana de Ecocardiografía que apoya el uso del diámetro mayor de la vena cava inferior y su índice de colapsabilidad como un método indirecto y no invasivo de evaluación de la presión venosa central, las siguientes son las recomendaciones para interpretar los hallazgos ecográficos de la VCI, diámetro VCI < 2.1 cms, colapso > 50% se correlaciona con una presión venosa central (PVC) de 3 mm Hg (0 a 5 mm Hg); diámetro VCI > 2.1 cms, colapso < 50% se correlaciona con una PVC de 15 mm Hg (10 a 20 mm Hg) y una medición fuera de escenario anterior se correlaciona con una PVC de 8 mm Hg (5 a 10 mm Hg).

La técnica ecográfica, consiste en colocar el paciente en posición supina, se requiere un transductor de baja frecuencia (3,5-5 MHz), existen dos ventanas para obtener la imagen de la VCI, la primera a nivel sub xifoideo, al poner el transductor dirigido al hombro izquierdo, con el indicador a la derecha, se obtiene la vista del corazón y se gira 90 grados hasta que el indicador quede cefálico se obtiene entonces la vista longitudinal de la VCI, la segunda ventana se obtiene al escanear con el hígado como una ventana acústica mediante la colocación de la sonda en la línea media axilar anterior derecha, similar a la colocación en la evaluación del espacio hepatorenal. Las mediciones para el diámetro y el índice de la VCI se realiza 2 centímetros distal a la entrada de la vena en la aurícula derecha, se puede realizar en modo B o modo M, finalmente se toman los datos de diámetro de la vena y su índice de colapsabilidad. Figuras anexo 1,2,3,4 y 5 (2).

El desarrollo histórico de la investigación en ultrasonido de la VCI, inicia con las primeras observaciones en donde por tomografía de abdomen los pacientes con hipovolemia tenían la VCI colapsada, con base en esto Jeffrey y Federle (23) en 1988 publican el primer estudio observacional retrospectivo donde reporta la relación entre el estado de volumen intra vascular y la vena cava inferior medida por tomografía (TAC) de abdomen en 100 pacientes con trauma cerrado, informaron que una VCI colapsada puede indicar hipovolemia en 6 de 7 pacientes. Luego en 1994 Mirvis (24) observó un diámetro de VCI menor a 9 milímetros medido por TAC en 10 de 13 pacientes con shock provocado por trauma cerrado de abdomen con mecanismos de alta energía.

Estas observaciones en pacientes con trauma, shock hipovolémico y el colapso de la VCI medido por TAC forjó las bases de la investigación con ultrasonido midiendo la VCI, es así como en el 2005 Yanagawa y colaboradores (25) publican un estudio prospectivo con 35 pacientes entre 17 y 88 años con trauma abdominal de los cuales 10 presentaron presión arterial sistólica menor a 90 mmHg (definido como shock) en las primeras 12 horas de ingreso, se les midió por ultrasonido el diámetro de la VCI ($7,7 \pm 0,3$ mm) siendo significativamente menor que en los pacientes sin shock ($13,4 \pm 0,7$ mm; $p < 0,001$). Luego en el año 2007 Yanagawa y colaboradores (26) con la intención de evaluar el comportamiento de la VCI medida por ultrasonido en pacientes con trauma mayor que presentan un segundo evento de hipotensión luego de la reanimación inicial con líquidos endovenosos, publica un estudio prospectivo con 30 pacientes con un grupo de respuesta transitoria ($n = 17$) que son los que presentan el segundo episodio de hipotensión y un segundo grupo definido como respondedor ($n = 13$), concluye que el diámetro de la VCI fue significativamente mayor en los pacientes respondedores a líquidos ($3,1 \pm 0,5$ mm) cuando se compara con el grupo de respuesta transitoria ($0,4 \pm 0,6$ mm; $p < 0,05$). Finalmente en el 2007 Sefidbakht (27) en un estudio prospectivo con pacientes con trauma mayor (Pacientes con shock $n = 11$, 12,5%, control $n = 77$, 87,5%), demuestra que el índice de la VCI fue estadísticamente significativo mayor en grupo de pacientes en shock (27% versus 20%; $p < 0,001$).

Una vez documentada la relación entre el aumento de la colapsabilidad de la VCI y los estados de shock secundarios a trauma, se procedió a comparar el comportamiento del diámetro de la VCI con respecto a los marcadores de mala perfusión, en el 2010 se publica por Akilli y colaboradores(5) un estudio observacional con paciente en shock luego de trauma cerrado ($n=28$) comparado con controles

sanos (n=50), compara las mediciones de la VCI por ecografía, con los signos vitales, el lactato sérico, el déficit de base, el bicarbonato y el índice de shock, encontrando una correlación estadísticamente significativa entre los niveles de lactato y el grado de colapsabilidad de la VCI. Estas publicaciones refuerzan la idea de la utilidad del índice de VCI para detectar estados de hipovolemia y trastorno de perfusión, adicionalmente ayuda a dirigir las estrategias de aporte de líquidos según su comportamiento en mediciones repetidas.

No solo en trauma existen publicaciones del índice de VCI en sepsis y shock séptico, Barbier y colaboradores (28) en el 2004 presentan un estudio prospectivo con 20 pacientes evaluando la respuesta a fluidos por medio de mediciones de la VCI, encontrando un índice de VCI de $40 \pm 24\%$ en los pacientes definidos como respondedores a líquidos endovenosos (n=10) vs $8 \pm 8\%$ en el grupo de no respondedores es decir que no mejoraron su presión arterial a pesar de un bolo de cristaloides endovenosos ($p < 0,05$), adicionalmente se encontró el mejor rendimiento diagnóstico para identificar pacientes respondedores como aquellos que tenían un índice de VCI superior a 18% (sensibilidad 90%, especificidad 90%, ROC 0,91). Luego Feissel (29) en el mismo año publica un trabajo con 39 pacientes donde describe el comportamiento de la VCI luego de un bolo de 8 ml / kg de hidroxietilalmidón 6%, documenta que el bolo induce un aumento en el gasto cardíaco de $5,7 \pm 2,0$ inicial a $6,4 \pm 1,9$ L / min ($p < 0,001$), con una disminución en el índice de VCI de $13,8 \pm 13,6$ inicial a $5,2 \pm 5,8\%$ ($P < 0,001$), reportando una correlación directamente proporcional entre el aumento del gasto cardíaco y el porcentaje de disminución del índice de VCI ($p < 0,001$).

Luego de documentar la utilidad clínica en el seguimiento de los pacientes en shock del índice de la VCI, se compara contra variables que predicen la respuesta a fluidos, también llamadas variables dinámicas, en 2011 Machare y Delgado (30) presentan un estudio prospectivo en 25 pacientes con shock que requieren soporte vasopresor y ventilatorio, todos con monitoria Vigileo / FloTrac y se comparo con el índice de VCI encontrando correlación entre el índice de VCI y el aumento del índice de volumen sistólico, con un rendimiento diagnóstico (ROC) de 0,81, en un segundo estudio Laurent Muller (31) en 2012 publican un trabajo con 40 pacientes con respiración espontanea y shock, reportan un rendimiento diagnóstico del índice de VCI para predecir respuesta hemodinámica a fluidos de 0,77 (IC del 95% 0,60 - 0,88, $p = 0,08$).

Finalmente se revisan las revisiones sistemáticas y los meta-análisis relacionadas con el tema de estudio consisten en la realizada por

Agarwal Dipti y colaboradores en el 2012 (13) realizan un meta análisis sobre la evidencia de la medición ecográfica de la VCI en pacientes con shock y ventilación espontanea, se incluyeron 5 estudios prospectivos en mayores de 18 años realizados en urgencias, concluyendo que el diámetro máximo de la VCI es menor en el grupo de pacientes con shock en 6.26 milímetros (IC -6.51, -6.02), con respecto a controles sin shock. Luego en el 2014 Zhang y colaboradores (32) realizan otro meta donde incluyen 8 estudios con un total de pacientes de 235, en cinco estudios los pacientes se encontraban con ventilación mecánica, dos con pacientes en ventilación espontanea y uno donde no se informo. El índice de la VCI fue variable entre los estudios con datos desde 12% hasta 40%, con una sensibilidad de 0,76 (95% IC= 0,61 a 0,86) y una especificidad de 0,86 (IC del 95%: 0,69-0,95), con un rendimiento diagnostico de 0,84 (IC del 95%: 0,79 a 0,89), siendo mejor en paciente con ventilación mecánica.

Se considera entonces, que si bien los estudios son pequeños y tienen sesgos en la asignación y medición de los datos, se puede extrapolar supuestos, donde existe una relación directamente proporcional entre índice de la VCI con el estado de volumen intravascular, adicionalmente el índice de VCI tiene un rendimiento diagnostico similar a técnicas invasivas para predecir respuesta a líquidos endovenosos, por lo tanto su utilidad en el escenario clínico hasta el momento puede ser aceptado.

4.2. Recomendaciones de ACEP sobre el entrenamiento en ultrasonido.

La ACEP publica en 2008 las guías de ultrasonido en emergencias (7), con sugerencias para adaptar al proceso de formación de los emergenciólogos, propone los estándares para la educación en ultrasonido y el conjunto de habilidades mínimas que debiera ser obligatorio para todos los residentes, este entrenamiento debe ser estructurado y permitir a los residentes incorporar el ultrasonido a la clínica diaria, donde la interpretación de imágenes en el contexto clínico del paciente es parte integral del conocimiento. La enseñanza de la practica debe ser precedido por un curso teórico introductorio de 16 a 24 horas, con las aplicaciones centrales con ultrasonido. La capacitación práctica incluye componentes experimentales y de competencias, donde la mejoría depende de la repetición y

acompañamiento por un experto, al final de este periodo experimental se recomienda que al menos 25 estudios de ultrasonido por persona deban ser realizados y revisados (rango 25 a 30), con un total de 250 estudios en general de ultrasonido.

En el 2011 ACEP (33), publica las guías de reporte estándar de exámenes por ultrasonido en emergencias, sugiere el uso de la escala para el aseguramiento de la calidad (suggested quality assurance grading scale)(Anexo 2), para evaluar la calidad de las imágenes obtenidas por ultrasonido, basado en recomendación de expertos, sin existir hasta el momento un estudio de validación, se considera el uso de esta escala en el presente estudio siguiendo los lineamientos del colegio americano de medicina de emergencias, por sugerencia de expertos en ultrasonido de emergencias en Colombia y por la ausencia de la existencia de una escala similar para evaluar calidad de la imagen tomada por ultrasonido.

4.3. Publicaciones sobre curva de aprendizaje en ultrasonido.

Luego de una búsqueda de la literatura, no se encuentran referencias específicas para curva de aprendizaje de ventana ecográfica de la VCI, por lo tanto a continuación se describen estudios que tratan sobre educación en ultrasonido, encontrando varias publicaciones del grupo de investigación del Dr. Timothy, en el 2004 (34), publica un estudio con el fin de determinar el mínimo entrenamiento necesario para la obtención de la ventana ecográfica del cuadrante superior derecho, ante la sospecha de patología biliar, comparo los registros tomados por residentes en medicina de emergencias y los comparo con ecografías realizadas por radiólogos, determinando el mínimo número necesario de 10 estudios para obtener el entrenamiento para la adecuada obtención de la ventana ecográfica del cuadrante superior derecho. Luego en el año 2010 (35), realiza un estudio en donde el objetivo era determinar la curva de aprendizaje en residentes de medicina necesaria para el entrenamiento para la realización de la ventana ecográfica del cuadrante superior derecho para hacer el diagnóstico de colelitiasis y colecistitis, comparaban los resultados de una ecografía realizada por los residentes en el departamento de emergencias y un estudio realizado por radiólogos, demostrando que con la realización de 50 estudios era suficiente para obtener el entrenamiento necesario para la realización de la ventana ecográfica del cuadrante superior derecho, lo que le confería al estudio una sensibilidad del 84% y una especificidad del 86%. En el año 2010 (36), realizado por el mismo grupo de investigadores, enrolan pacientes con clínica sugestiva de urolitiasis a los cuales los residentes de medicina de

emergencias realizan los estudios por ecografía, que se compararon con un uro TAC, demostrando que era necesario la realización de 30 estudios para obtener el entrenamiento necesario para la realización adecuada del diagnóstico de urolitiasis, con lo que se obtenía una sensibilidad del 92% con IC (86 al 98%). El estudio más recientemente publicado por este grupo hace referencia al entrenamiento de residentes de medicina de emergencias en ultrasonido obstétrico, con la intención de determinar la curva de aprendizaje necesaria para diagnosticar complicaciones en el primer trimestre del embarazo, en donde los residentes realizaban los estudios que luego eran comparados con los resultados de los estudios realizados por radiólogos, determinando 40 como el mínimo de estudios necesarios para obtener el entrenamiento necesario para obtener sensibilidad del 100% IC 95 (73 a 100%) y una especificidad del 100% con IC 95 (63 – 100%) para diagnosticar embarazos intrauterinos, pero con un rendimiento menor al 90% para el diagnóstico de masas anexiales o embarazos ectópicos (37).

Trabajos realizados en residentes de urología con la intención de determinar en número necesario de ensayos para la toma de biopsia de próstata guiado por ultrasonografía de adecuada calidad; determinando 20 como el número mínimo necesario de estudios (38). Finalmente el trabajo realizado por el Dr. Momen M. Wahidi y su grupo de trabajo (39), con un estudio prospectivo, se determinó la curva de aprendizaje en fellows de neumología para tomar una biopsia transbronquial con aguja fina guiada por ultrasonografía, con 13 repeticiones como el número de ensayos necesarios que permitían adquirir la capacidad para realizar dicho procedimiento de manera independiente.

Por otra parte el análisis del tiempo utilizado para cada repetición y su evolución con el aumento de las repeticiones puede aproximarse a la mejoría de la habilidad, en cuanto se trate de una relación inversamente proporcional; Nils Petter Overland y colaboradores (40) realizan un estudio intentando determinar si el entrenamiento en ecografía de tórax disminuye el tiempo de su realización, reportando una disminución estadísticamente significativa de este tiempo (230 segundos, DS 134 segundos vs. 168 segundos DS 82 segundos; $p < 0,005$); posteriormente Se Chan Kin (41) reporta un estudio con 11 estudiantes de medicina, donde encuentra una disminución promedio de 30 segundos en el tiempo luego de la repetición número 11 en al realizar un bloqueo periférico guiado por ultrasonido (primer intento: 49,5 – 90 segundos, onceavo intento: 23,5 – 53,5 segundos).

En conclusión se considera información de gran interés clínico en el paciente con shock que requiere de forma rápida revertir el proceso de hipo perfusión tisular la medición de los diámetros inspiratorio y espiratorio de la vena cava inferior con su índice de colapsabilidad (respaldado por su rendimiento diagnóstico ROC 0.84) que se realiza por medio de ultrasonografía, mejorando la precisión para la predicción de la respuesta a fluidos; el ultrasonido es operador dependiente y por tal razón requiere un entrenamiento estructurado, en la literatura no se encuentran estudios que evalúen la curva de aprendizaje para realizar la ventana ecográfica de la vena cava inferior, pero según las recomendaciones de ACEP se requieren de 25 a 50 estudios supervisados sin discriminar ventana, adicionalmente según la búsqueda de la literatura la curva de aprendizaje en ultrasonido esta entre 10 y 50 estudios en áreas diferentes a la vena cava inferior, teniendo en cuenta estos datos se considera como 25 el número de estudios necesarios para acercarnos a una curva de aprendizaje adecuada, además es posible que con el aumento de repeticiones se mejore la habilidad definida como la disminución en el tiempo requerido por cada estudio.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo Primario.

Determinar la curva de aprendizaje necesaria para obtener una proporción mayor al 80% de éxitos en la toma de la ventana ecográfica de la VCI, usando la escala de calificación para el aseguramiento de la calidad sugerida por ACEP, en residentes de primero a tercer año de medicina de emergencias.

5.2. Objetivos Secundarios.

- 5.2.1. Describir la muestra de residentes de medicina de emergencias, que fueron ingresados al análisis del estudio.
- 5.2.2. Determinar el porcentaje de éxitos por cada residente.
- 5.2.3. Evaluar asociación entre el sexo y el año de residencia con el éxito en la toma de las ventanas ecográficas de VCI.
- 5.2.4. Determinar si existe disminución del tiempo de realización de cada ventana ecográfica de la VCI a medida que aumenta las repeticiones.
- 5.2.5. Determinar si existe diferencia entre el promedio de tiempo requerido para las ecografías calificadas como éxito vs las ecografías calificadas como no éxito.
- 5.2.6. Construir la curva de aprendizaje para una proporción de éxito mayor al 80 y 90 %.

6. PROPÓSITOS

- Aportar al desarrollo de la medicina de emergencias en Colombia, fortaleciendo la investigación en educación y ultrasonido.
- Generar conocimiento para la construcción de un modelo de educación en ultrasonido de emergencias basado en trabajos primarios de investigación de la realidad.
- Conocer el entrenamiento necesario para realizar la curva de aprendizaje para la adquisición de una ventana ecográfica de la vena cava inferior de calidad que permita realizar inferencia en diagnósticos por ultrasonido.
- Conocer si es necesario realizar 25 a 50 mediciones de una ventana ecográfica para obtener las competencias de realizar un imagen con buena calidad técnica, el presente estudio específicamente de la VCI.

7. METODOLOGÍA

7.1. Diseño del Estudio.

Se realizó un estudio experimental no comparativo que evaluó la proporción de éxito en función de las tomas repetidas de la VCI por ultrasonido con residentes de primero, segundo y tercer año del programa de medicina de emergencias de la universidad del Rosario, desde Junio del 2014 hasta Abril del 2015, datos recolectados el mes de Marzo del año 2015, previa autorización por el comité de ética de la universidad del Rosario (Anexo 7), autorización del la decanatura del medio universitario (Anexo 8), por el coordinador del centro de simulación de la universidad del rosario y firma de consentimientos informados por parte de los residentes participantes.

Se definió en 3 el numero de modelos sanos a quienes se les realizo el examen de ultrasonido los cuales fueron residentes de cuarto año de medicina de emergencias que firmaron consentimiento informado para participar como modelos. Se determinó que el numero de ecografías de la VCI por cada residente sería 25 siguiendo las recomendaciones de ACEP en sus guías de educación en ultrasonido. Se realizó una asignación completamente aleatoria de los modelos por cada residente para fijar el orden en que se hicieron las 25 repeticiones. Cada residente realizó las 25 repeticiones consecutivas sin conocer la secuencia de aleatorización de los modelos. Todos los modelos fueron evaluados previamente por un especialista en medicina de emergencias con certificación en ultrasonido obteniendo en todos una imagen con calificación mayor a 4 en la escala sugerida por ACP para el aseguramiento de la calidad.

El estudio se realizo en el centro de simulación clínica de la universidad del Rosario, se realizo una charla teórica con demostración practica, duración 40 minutos, sobre principios básicos y técnica de realización de la ventana ecográfica subxifoidea de la VCI, expuesta por un especialista en medicina de emergencias experto en ultrasonido; se uso un equipo de ecografía Sonosite EDGE con transductor C60 de 5-2 MHz. Se recolectaron los datos con el formato anexo 6, registrando año de residencia, sexo, tiempo tomado por cada ecografia (definido como el tiempo en segundos desde que el transductor toca la piel hasta la alarma de finalización de grabación del video dado por el ecógrafo) y un video de 5 segundos por cada estudio, tomado desde el momento en que el residente informa al investigador que ya obtuvo su mejor imagen de la VCI. Esta recolección de datos fue ciega al emergenciólogo evaluador

de las imágenes, los videos se guardaron en medio electrónico en carpetas por residente, codificado por repetición 1 al 25 correspondiente a las 25 ecografías de la VCI, luego fueron sometidos a calificación usando la escala para el aseguramiento de la calidad propuesta por ACEP.

7.2. Población y Muestra.

6.2.1. Población diana: Residentes de especialidades clínico-quirúrgicas que cuentan con programa de formación en ultrasonido en Colombia

6.2.2. Población elegible: Residentes del programa de medicina de emergencias de la universidad del Rosario I a III año,

6.2.3. Población accesible: Residentes de medicina de emergencias de I a III año de la universidad del Rosario en el primer semestre del año 2015.

7.3. Tamaño de la muestra.

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó un diseño factorial, las variables que se tuvieron en cuenta para el cálculo fueron, el número de residentes fijado en 15 de acuerdo a Kleinbaum (42) para garantizar un número mínimo de observaciones en cada variable para la construcción de modelo de regresión. El numero de repeticiones fue de 25 de acuerdo a las recomendaciones de ACEP. El tamaño de la muestra esperado fue de 375 repeticiones.

Muestra: 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.

7.4. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterio de Inclusión:

- Residente de primero segundo o tercer año del programa de medicina de emergencias de la universidad del Rosario.
- Estar presente en el momento de la recolección de los datos.

Criterio de Exclusión:

-Residentes con formación previa o experiencia en la toma de imágenes de la VCI por ultrasonido, definido como 20 mediciones o mas.

7.5. Tabla de definición de variables (tabla 1)

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operativa	Escala	Posibles valores
Año de residencia.	Año que se encuentra cursando en la residencia, la cual consta de 4 años, en la universidad del Rosario.	En que año de residencia se encuentra?.	Ordinal	1, 2 ó 3.
Sexo.	Sexo del participante.	Cual es su sexo?.	Nominal	Femenino =1 ó masculino = 2.
Numero de intento.	Un intento se define desde el momento que el transductor del ecógrafo toca la piel del examinado para obtener la ventana de la vena cava inferior, se considera un máximo de 25 intentos por sujeto.	Que numero de intento va a realizar?.	Discreta	1 al 25
Calificación de la calidad	Se define como la evaluación dada por el experto en ecografia con base en la escala de aseguramiento de la calidad propuesta por ACEP.	Puntaje obtenido en la escala sugerida para el aseguramiento de la calidad, ACEP 2011, a partir de la calificación que haga el experto	Ordinal	1 a 5.
Tiempo para obtener la mejor ventana.	Es el tiempo en segundos desde que inicia el intento hasta que el sujeto a estudio indica que es su mejor ventana ecográfica de la VCI.	Cuantos segundos hay de diferencia entre el inicio del intento y la indicación de parte del sujeto a estudio que ha obtenido su mejor ventana ecográfica?.	Continua	Segundos.
Éxito	Evaluación de la calidad realizado por un experto en ultrasonido de emergencias utilizando como elemento de medición la escala sugerida para el aseguramiento de la calidad, ACEP 2011, de la ventana ecográfica con una calificación igual o mayor a 3.	Puntaje \geq a 3, obtenido en la escala sugerida para el aseguramiento de la calidad, ACEP 2011, a partir de la calificación que haga el experto	Nominal	Si= 1 ó No=2

7.6. Hipótesis.

Los residentes de primero a tercer año de medicina de emergencias obtendrán el éxito en una proporción mayor al 80% en la toma de la ventana ecográfica de la VCI con menos de 25 repeticiones.

7.7. Técnicas, procedimientos e instrumentos a utilizar en la recolección de datos:

Entrenamiento: En un periodo de 40 minutos se realiza una presentación sobre la utilidad y técnica para obtener la ventana de vena cava inferior por ultrasonografía. Esta presentación fue dictada por un especialista en medicina de emergencias con formación en ultrasonido .

Selección de los modelos: Se invito a tres residentes masculinos de cuarto año de medicina de emergencias, con participación voluntaria, previa explicación de los riesgos y beneficios de participar en el estudio, con registro de aprobación por medio de consentimiento informado firmado (Anexo 5. Consentimiento informado para modelos). Los modelos que accedan participar serán los mismos para la realización de todas las mediciones.

Recolección de la información: La recolección de datos se realizo en el centro de simulación de la universidad del Rosario. Todos los operadores en conjunto recibirán una explicación de los objetivos del estudio, sus alcances y beneficios que cada participante pudiera obtener del mismo, después se entrego un formato de consentimiento informado (Anexo 4), Las diferentes réplicas se realizaron de acuerdo a una secuencia completamente aleatoria de los modelos, cada una se realizó con la técnica de ventana ecográfica de la VCI sub xifoidea (Anexo 3). Finalmente los datos se recolectaron en un formato prediseñado (Anexo 6).

7.8. Análisis de datos.

Los datos fueron tabulados en una base de datos de Excel (Microsoft Corp), se realizó depuración y limpieza de la base y se corrigieron los datos necesarios a partir de los registros en papel. Se realizó el análisis estadístico por medio del software Stata/SE 12.0 para Macintosh. El análisis descriptivo de las variables continuas asumiendo normalidad se presentan como medias y desviaciones estándar (DE), las

variables categóricas se presentan por medio de frecuencias y porcentajes, los datos se analizan para un error alfa del 5%, se realizó un test de χ^2 de Pearson para obtener el porcentaje de éxito por cada residente; mediante prueba de Spearman previa comprobación de supuestos se analiza la correlación entre el tiempo que se requirió en la toma de cada ecografía y el número de repetición de la ventana ecográfica, se realiza un test t student para comparación de promedio del tiempo en los grupos éxito y no éxito en la calificación de las imágenes. Se construye un test χ^2 para evaluar la asociación entre el sexo y año de residencia con el éxito en la calificación de las imágenes de ultrasonido.

Se categorizó el número de repeticiones en bloques de 5 (1 a 5 mediciones, 5 a 10 mediciones, 11 a 15 mediciones, 16 a 20 mediciones y 20 a 25 mediciones) para evaluar si hubo asociación entre las variables éxito y repeticiones categorizadas con el test de χ^2 , como test de decisión para continuar con la construcción de la curva si se encontraba asociación. Verificada la asociación, se construyó la curva de aprendizaje en donde se utilizó un modelo de dos niveles para las medidas repetidas, o modelos multinivel (43,44).. El nivel 1 son las medidas repetidas sin categorizar y el nivel 2 los residentes como individuos, con lo cual se obtiene las predicciones de probabilidad de éxito ajustadas por medidas repetidas e individuo en una nueva variable. Con base en el resultado de la prueba de Shapiro Wilk de la nueva variable se decidió presentar la información en rangos mínimo y máximo de probabilidad ajustada por repetición y residente. .

7.9. Control de sesgos.

El estudio pretendió ser realizado en el universo de residentes de medicina de emergencias de primero a tercer año de residencia, esto para controlar el sesgo de selección dado que los residentes de cuarto año ya tienen formación básica en ultrasonido, de igual forma en los criterios de inclusión se especifica que aquellos residentes pertenecientes de primero a tercer año de residencia con formación previa en la toma de ecografía de la VCI también serán excluidos, de igual forma, el uso de tres modelos sanos aumentará la aplicabilidad de los resultados porque simula condiciones de variabilidad en la población.

Para eliminar el sesgo de información, se diseñó un formato estandarizado para la recolección de la información, adicionalmente el evaluador de los videos de cada participante fue ciego a la identidad de la persona que realizó estas imágenes de ultrasonido.

Se controla el sesgo de confusión por medio de un análisis de asociación estratificado para evaluar posibles variables confusoras o de interacción como el sexo o el año de residencia.

Dentro de las limitantes reconocemos que al ser un estudio basado en individuos sanos, pueda no ser extrapolable a población diferente a esta estudiada, sin embargo representa un punto de partida para un diseño posterior de un programa de evaluación de la calidad de los programas de ultrasonografía en Colombia.

7.10. Implicaciones éticas.

De acuerdo al artículo 11 de la resolución 8430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, son considerados estudios de investigación sin riesgo, los estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta. De acuerdo con el enunciado anterior este trabajo es considerado como una investigación sin riesgo.

El protocolo se presento al comité de ética de la Universidad del rosario donde se aprobó para su realización, carta que se anexa (Anexo 7).

Se realizo una invitación verbal a los participantes donde se explico el propósito del estudio, como es el procedimiento, las incomodidades y beneficios que puede implicar su participación. Se explico que todos los datos son confidenciales destinados a ser utilizados de acuerdo a los objetivos de esta investigación. Una vez completado este requisito, firmaron un consentimiento informado (Anexo 4 y 5)

7.11. Cronograma, (tabla 2)

Actividad		SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Semana									
1	Elaboración del protocolo								
2	Comité de Ética								
3	Trabajo de campo y recolección de datos.								
4	Digitar datos y limpieza de la base								
5	Análisis de datos.								
6	Redacción informe final.								
7	Escritura de artículo								
Total tiempo requerido		9 meses							

7.12. Presupuesto, (Tabla 3).

Personal	Dedicación (% al día)	Tiempo (Días / semana)	Cantidad (No. personas)	Valor unitario mensual	Valor total mensual
Tutor	0.5	5	1	\$ 2'000.000.00	\$ 2'000.000.00
Investigadores	0.5	3	2	\$ 500.000.00	\$ 1'000.000.00
Asesor	0.12	1	1	\$1'500.000.00	\$ 1'500.000.00
Total			4	\$ 4'000.000.00	\$ 4'500.000.00

Material	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Fotocopias	1000	\$ 50.00	50.000.00
Tinta de impresión	1	\$ 60.000.00	60.000.00
Hojas	50	\$ 20.00	1000.00
Total		\$ 60.070.00	111.000.00

8.RESULTADOS.

8.1. Proceso de recolección de datos:

Se obtuvo registro de ocho residentes, tres de primer año, dos de segundo año y tres de tercer año del programa de medicina de emergencias de la universidad del Rosario, todos sin formación previa en ultrasonido. No se recolectó información en tres residentes, dos de primer año y uno de tercero por limitaciones técnicas del laboratorio de simulación, sujetos que aceptaron participar cuya información se plantea recolectar en un segundo tiempo.

8.2. Análisis descriptivo y estratificado:

Se caracterizo la muestra por medio de un análisis descriptivo para las variables nominales sexo y año de residencia (tabla 4). La distribución de las repeticiones de acuerdo a la calificación permito observar que la mayoría de las repeticiones (n= 114) fueron calificadas con tres. La mayor calificación se encontró en 22 repeticiones para un proporción de 11% y la menor calificación fue de 1 con 9 repeticiones con una proporción de 4.5%. El porcentaje de éxito por cada residente se encontró dentro del rango de 52% a 96% (tabla 5). Se evaluó la asociación entre sexo y éxito sin ser estadísticamente significativa ($p=0.83$). Por otra parte la asociación entre año de residencia y éxito se no demostró independencia de las variables ($p< 0.001$).

Tabla 4. Características de los residentes de medicina de emergencias, sujetos a estudio.

Variable	n	Porcentaje
Año de residencia		
1 año.	3	37%
2 año.	2	25%
3 año.	3	37%
Sexo		
Femenino	2	25%
Masculino	6	75%

Tabla 5. Distribución de éxitos por residente.

Residente	Éxito*	
	n	%
1	20	80%
2	19	76%
3	23	92%
4	13	52%
5	17	64%
6	24	96%
7	22	88%
8	24	96%
Total (n= 200)	162	81%

*Puntaje \geq a 3, obtenido en la escala sugerida para el aseguramiento de la calidad, ACEP 2011, a partir de la calificación que haga el experto.

8.4. Análisis del tiempo empleado para obtener cada ventana de ultrasonido.

El promedio total por medición de 17.3 segundos con una desviación estándar (DS) de 8.1 (tabla 6). No se encontró correlación con significancia estadística entre el tiempo empleado para cada repetición y el número de repeticiones (ρ -0.094, $p=0.18$). Adicionalmente, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tiempo utilizado para cada repetición en función del éxito o no éxito ($p=0.2$).

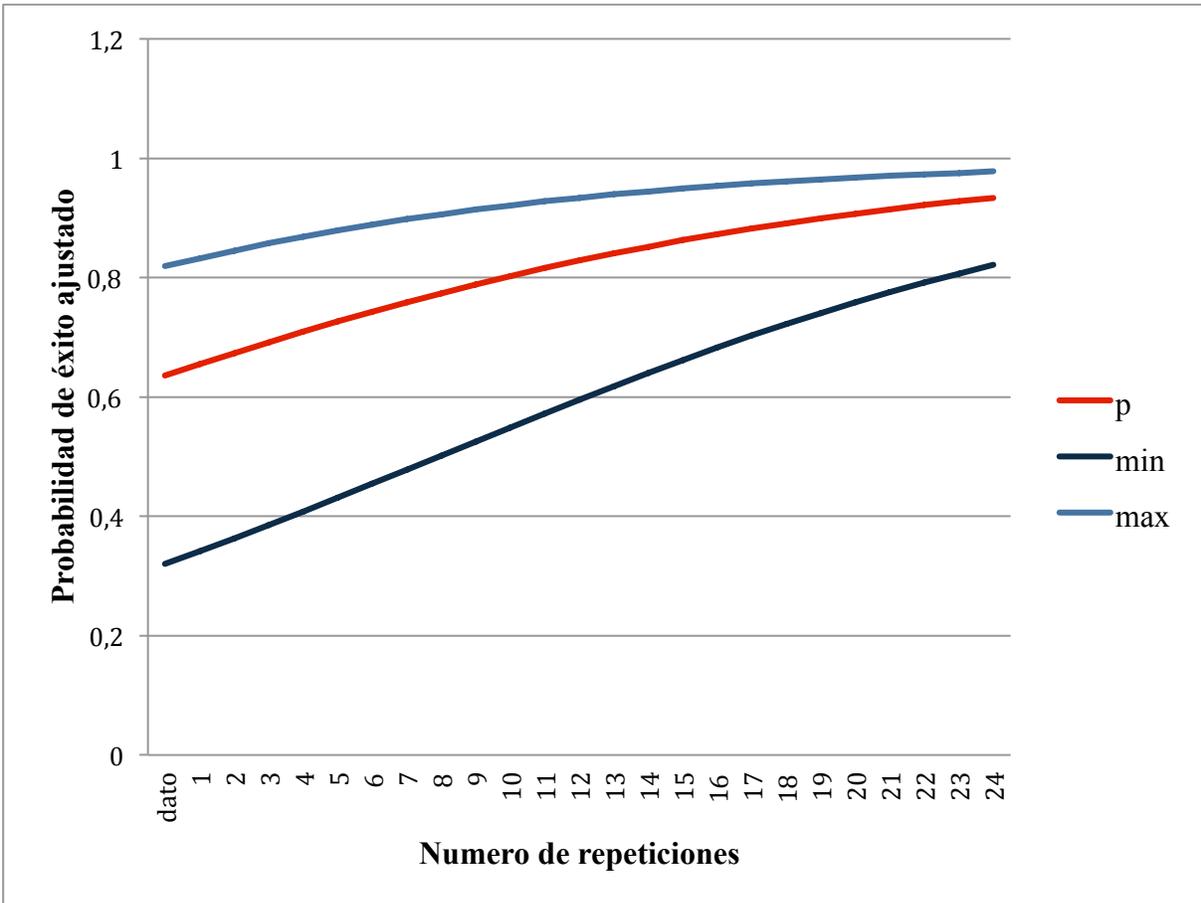
Tabla 6: Análisis del tiempo utilizado por cada residente en la toma de las ecografías de la VCI.

Residente	Tiempo en segundos	
	Promedio	DS
1	13.5	4.1
2	16.7	8.2
3	24.1	9.6
4	17.6	9.8
5	17.2	5.44
6	15.7	7.2
7	18.9	9.3
8	14.7	4.3
Total	17.3	8.06

8.5. Curva de aprendizaje de la ventana ecográfica de la VCI.

Se calculó la probabilidad de éxito jerarquizado por número de repetición y residente. Se presentan los datos con rangos mínimo y máximo de probabilidad ajustada por repetición y residente (figura 1 y anexo 9). La curva permite evidenciar que en la repetición número 11 se alcanzó una probabilidad de éxito ajustado de 0.80 (rango 0.54 a 0.92) y en la repetición número 21 una probabilidad de éxito de 0.9 (rango 0.75 a 0.96).

Figura 1: Curva de aprendizaje de la ventana ecografica de la VCI ajustada por repetición y residente



9. DISCUSIÓN

Se construyó la curva de aprendizaje para obtener una proporción mayor al 80% de éxitos en la toma de la ventana ecográfica de la VCI, usando la escala de calificación para el aseguramiento de la calidad sugerida por ACEP en residentes de primero a tercer año de medicina de emergencias. Se encontró que el número necesario de medidas repetidas para conseguir un 80% de éxito fue de once y para el 90% de éxito veintiún repeticiones. Se documentó que los residentes del programa de Medicina de Emergencias de la Universidad del Rosario requieren menos repeticiones para lograr una ventana ecográfica de VCI en modelos sanos a diferencia del estándar reportado de 25 a 50 estudios para obtener las competencias mínimas antes de realizar un diagnóstico por ultrasonido sugerido en la guía de ultrasonido publicada por ACEP (7). No se encontraron diferencias en el porcentaje de éxito por sexo, pero sí en cuanto año de residencia, sin embargo, debido al número reducido de residentes del programa la muestra no permitió ajustar el modelo multinivel por esta variable. Si bien, las diferencias encontradas se deban a menor porcentaje de éxito encontrado en las mediciones de residentes de segundo año, no se considera que sea una variable de confusión debido a que ningún residente incluido en el estudio tenía entrenamiento previo en ventana ecográfica de VCI, haciendo que la muestra fuera muy homogénea. No hubo diferencias estadísticamente significativas en relación al tiempo empleado para la obtención de la curva aún cuando se comparó tiempo de los éxitos vs. tiempo de los no-éxitos.

Los resultados del presente estudio apoyan nuestra hipótesis sobre un requerimiento menor a 25 repeticiones de ultrasonido para realizar el aprendizaje de una ventana específica. En estudios previos de curva de aprendizaje de diversas ventanas ecográficas en residentes de medicina de emergencias se encuentran resultados heterogéneos sobre el número de repeticiones, posiblemente asociado a diferencias metodológicas. Dentro de los estudios similares al nuestro con evaluación solo de la ventana ecográfica se encontró un estudio que construye la curva de aprendizaje de la ventana del cuadrante superior derecho del abdomen y reporta que se requieren 10 repeticiones (34), siendo un resultado similar a los resultados de curva de aprendizaje obtenido por el presente estudio. Dentro de los estudios que construyeron curvas de aprendizaje en pacientes se encontraron los que detectaron patología biliar (35), nefrolitiasis (36) y diagnóstico de embarazo antes del tercer trimestre (37). El número de repeticiones en estos estudios estuvo entre 30 y 50 repeticiones. Es posible pensar que

existe una diferencia entre un estudio dirigido a la ventana ecográfica y los estudios dirigidos al diagnóstico por ultrasonido esto dado a la diferencia de resultados obtenidos con estos dos tipos de objetivos. En la revisión de la literatura no encontramos estudios sobre curva de aprendizaje específicamente de la ventana ecográfica de la VCI.

A diferencia de estudios previos realizados en pacientes, nuestro estudio no encontró diferencias en el tiempo empleado para cada repetición a medida que se llevaron a cabo las mismas. Los estudios que reportan diferencia en el tiempo de realización de distintas ventanas ecográficas en distintos escenarios reportaron tiempos superiores a 50 segundos aproximadamente y considerable dispersión de datos. Nuestros resultados en modelos sanos reportaron tiempos mucho menores y más homogéneos (40,41,45). Nuestro estudio definió el tiempo como los segundos requeridos desde el momento que el transductor del ultrasonido toca la piel hasta la finalización de un video con la mejor ventana ecográfica obtenida, sin embargo la literatura analizada no permite hacer alguna comparación porque no es clara la definición utilizada.

Las curvas existentes en la literatura son producto de diversa metodología y análisis estadístico. Algunos autores utilizaron un test de Chi² de Mantel-Haenszel (37), otros un test ANOVA de una vía y una regresión no lineal (41) y curvas CUSUM que solo permite el análisis individual del aprendizaje (45). Se encuentra solo un estudio con un análisis estadístico similar al nuestro por medio de una regresión logística multivariable ajustada por operador y tamaño del cálculo (colelitiasis) (36), pero sin la presentación de los resultados en probabilidad de éxito ajustado, Este trabajo propone la formulación de un modelo de dos niveles para las medidas repetidas o modelo multinivel, que permite una presentación más realista de los datos debido a que están ajustados por nivel de jerarquía por esta razón da estimaciones más precisas (43,44), presentamos los datos de acuerdo a la probabilidad de éxito ajustada en cada repetición que nos permitió graficar la curva de aprendizaje y obtener el momento preciso de logro de los objetivos planteados.

Las limitaciones del presente estudio están en el tamaño de la muestra por un universo limitado que no permite ajustar el análisis por otras posibles variables. La escala para calificación de la calidad de las imágenes de ultrasonido está recomendada por ACEP, si bien aun no tiene estudios de validación es

aceptada como la mejor herramienta de calificación de las imágenes de ultrasonido adoptada para diversas ventanas ecográficas en medicina de emergencias.

Por ultimo consideramos que si bien fue un estudio en que se incluyeron solo residentes de medicina de emergencias de la universidad del Rosario, los resultados presentados se podrían extrapolar a la población de referencia es decir a la totalidad de residentes que se encuentran en un programa de formación con inclusión de educación en ultrasonido.

Proponemos que se deben realizar futuros estudios con el objetivo de evaluar la retención del aprendizaje en una segunda recolección de datos con los mismos residentes aquí evaluados, así como estudios donde se caractericen las curvas de aprendizaje en otras ventanas de interés para el manejo del paciente en emergencias. Nuestro principal propósito es aportar conocimiento en la estructuración de la educación en ultrasonido basado en resultados de estudios de la realidad con residentes del programa de medicina de emergencias.

10. CONCLUSIONES

- La curva de aprendizaje para realizar la ventana ecografica de la VCI es de 11 repeticiones para lograr un 80% de éxito y de 21 repeticiones para lograr el 90% de éxito, imágenes calificadas por medio de la escala para el aseguramiento de la calidad recomendada por ACEP.
- La curva de aprendizaje para la ventana ecografica de la VCI es inferior al numero minimo de repeticiones recomendado por ACEP para cualquier ventana.
- No existen diferencias en el tiempo empleado para realizar cada ecografia de la VCI en la medida que van aumentando las repeticiones evaluado en los datos totales y por grupo de éxito y no éxito.
- El analisis bioestadistico por medio del un modelo logístico multinivel es una opcion de analisis factible, logico y coherente con un diseño de estudio que pretende evaluar adquisicion de conocimiento y habilidades en funcion de mediciones repetidas de una actividad predeterminada como lo es el ultrasonido.
- Se recomienda que para la educación formal en ultrasonido luego de una capacitacion teorica y practica se fije en 11 el numero minimo de estudios a realizar con un ideal de 21 estudios para la ventana ecografica de la VCI.

12.BIBLIOGRAFÍA.

1. Henwood PC, Beversluis D, Genthon A a, Wilson CN, Norwood B, Silva D, et al. Characterizing the limited use of point-of-care ultrasound in Colombian emergency medicine residencies. *Int J Emerg Med. International Journal of Emergency Medicine*; 2014 Jan;7(1):7.
2. Katja Goldflam, Turan Saul RL. *Inferior Vena Cava Ultrasound*. 2011;ACEP, onli.
3. Shackford. Focused Abdominal Sonogram for Trauma: The Learning Curve of Nonradiologist Clinicians in Detecting Hemoperitoneum. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 1999;46(4):553–64.
4. Sippel S, Muruganandan K, Levine A, Shah S. Review article: Use of ultrasound in the developing world. *Int J Emerg Med. Springer Open Ltd*; 2011;4(1):72.
5. Akilli B. Inferior vena cava diameter as a marker of early hemorrhagic shock : a comparative study. 2010;16(2):113–8.
6. Alfonso Latiff. La “ Curva de Aprendizaje ” Qué es y cómo se mide. *Urol Colomb*. 2005;15–7.
7. Guidelines EU. Guidelines, Emergency ultrasound. *Am Coll Emerg Physicians*. 2008;(October):1–38.
8. Ministerio de Salud y protección social gobierno de C. Analisis de la situación en Colombia 2013. *Minist salud*. 2014;
9. Mandeville JC, Colebourn CL. Can transthoracic echocardiography be used to predict fluid responsiveness in the critically ill patient? A systematic review. *Crit Care Res Pract*. 2012 Jan;2012:513480.
10. Enomoto TM, Harder L. Dynamic Indices of Preload. *Crit Care Clin. Elsevier Ltd*; 2010 Apr;26(2):307–21.

11. Ma OJ, Gaddis G, Norvell JG. How fast is the focused assessment with sonography for trauma examination learning curve? *Emerg Med Australas*. 2008 Feb;20(1):32–7.
12. Beaulieu Y, Marik PE. critical care review Bedside Ultrasonography in the ICU. 2005;881–95.
13. Dipti A, Soucy Z, Surana A, Chandra S. Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: a meta-analysis. *Am J Emerg Med*. Elsevier Inc.; 2012 Oct;30(8):1414–9.e1.
14. Stein JC, Nobay F. Emergency Department Ultrasound Credentialing: a sample policy and procedure. *J Emerg Med*. Elsevier Inc.; 2009 Aug;37(2):153–9.
15. Shah SP, Epino H, Bukhman G, Umulisa I, Dushimiyimana JM V, Reichman A, et al. Impact of the introduction of ultrasound services in a limited resource setting: rural Rwanda 2008. *BMC Int Health Hum Rights*. 2009;9:4.
16. Kotlyar SCLM. Assessing the utility of ultrasound in Liberia. *J Emerg Trauma Shock*. 2008;
17. Blaivas M. Change in Differential Diagnosis and Patient Management With the Use of Portable Ultrasound in a Remote Setting. *Wilderness Environ Med*. Elsevier; 2005;16(1):172–3.
18. Manson W, Hafez NM. The Rapid Assessment of Dyspnea with Ultrasound: RADiUS. *Ultrasound Clin*. Elsevier Ltd; 2011;6(2):261–76.
19. Perera P, Mailhot T. The RUSH Exam 2012: Rapid Ultrasound in Shock in the Evaluation of the Critically Ill Patient. *Ultrasound Clin*. Elsevier Inc; 2012;7(2):255–78.
20. Weekes AJ, Quirke DP. Emergency echocardiography. *Emerg Med Clin North Am*. Elsevier Inc; 2011 Nov;29(4):759–87, vi – vii.
21. Lanctôt J-F, Valois M, Beaulieu Y. EGLS: Echo-guided life support. *Crit Ultrasound J*. 2011 Nov 17;3(3):123–9.
22. Walsh JT, Hildick-Smith DJ., Newell S a, Lowe MD, Satchithananda DK, Shapiro LM. Comparison of central venous and inferior vena caval pressures. *Am J Cardiol*. 2000 Feb;85(4):518–20.

23. MP JRJF. The collapsed inferior vena cava: CT evidence of hypovolemia. *AJR Am J Roentgenol.* 1988;150(2):431–2.
24. Mirvis S. Manejo del paciente en situacion de shock. *AJR Am J Roentgenol.* 1994;163:1375–9.
25. Yanagawa Y, Nishi K, Sakamoto T, Okada Y. Early Diagnosis of Hypovolemic Shock by Sonographic Measurement of Inferior Vena Cava in Trauma Patients. *J Trauma Inj Infect Crit Care.* 2005 Apr;58(4):825–9.
26. Yanagawa Y, Sakamoto T, Okada Y. Hypovolemic shock evaluated by sonographic measurement of the inferior vena cava during resuscitation in trauma patients. *J Trauma.* 2007 Dec;63(6):1245–8; discussion 1248.
27. Sefidbakht S, Assadsangabi R. Sonographic measurement of the inferior vena cava as a predictor of shock in trauma patients. *Emerg Radiol.* 2007 Jul;14(3):181–5.
28. Barbier C, Schmit C. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. 2004;1740–6.
29. Feissel M, Michard F, Faller J-P, Teboul J-L. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med.* 2004 Sep;30(9):1834–7.
30. E M-D. Inferior vena cava variation compared to pulse contour analysis as predictors of fluid responsiveness: a prospective cohort study. *J Intensive Care Med.* 2011;26(2):116–24.
31. Muller L, Bobbia X, Toumi M, Louart G, Molinari N, Ragonnet B, et al. Respiratory variations of inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with acute circulatory failure: need for a cautious use. *Crit Care. BioMed Central Ltd;* 2012 Jan;16(5):R188.
32. Zhang Z, Xu XY. Ultrasonographic measurement of the respiratory variation in the inferior vena cava diameter is predictive of fluid responsiveness in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Med Biol.* 2014 May;40(5):845–53.

33. Emergency Ultrasound Standard Reporting Guidelines. 2011;(October).
34. Jang T, Aubin C, Naunheim R. Minimum training for right upper quadrant ultrasonography. *Am J Emerg Med.* 2004 Oct;22(6):439–43.
35. Jang TB, Ruggeri W, Dyne P, Kaji AH. The learning curve of resident physicians using emergency ultrasonography for cholelithiasis and cholecystitis. *Acad Emerg Med.* 2010 Nov;17(11):1247–52.
36. Jang TB, Casey RJ, Dyne P, Kaji A. The learning curve of resident physicians using emergency ultrasonography for obstructive uropathy. *Acad Emerg Med.* 2010 Sep;17(9):1024–7.
37. Jang TB, Ruggeri W. Learning Curve of Emergency Physicians Using Emergency Bedside Sonography for Symptomatic First-Trimester Pregnancy. 2010;1423–8.
38. Benchikh El Fegoun A, El Atat R, Choudat L, El Helou E, Hermieu J-F, Dominique S, et al. The learning curve of transrectal ultrasound-guided prostate biopsies: implications for training programs. *Urology.* 2013 Jan;81(1):12–5.
39. Wahidi MM, Hulett C, Pastis N, Shepherd RW, Shofer SL, Mahmood K, et al. Learning experience of linear endobronchial ultrasound among pulmonary trainees. *Chest.* 2014 Mar 1;145(3):574–8.
40. Oveland NP, Lossius HM, Aagaard R, Connolly J, Sloth E, Knudsen L. Animal laboratory training improves lung ultrasound proficiency and speed. *J Emerg Med.* Elsevier Ltd; 2013;45(3):e71–8.
41. Kim SC, Hauser S, Staniek A, Weber S. Learning curve of medical students in ultrasound-guided simulated nerve block. *J Anesth.* 2014;28(1):76–80.
42. Kleinbaum, D.G., Kupper, L.L., Muller K. *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods* Second Ed Bost PWS-Kent. 1998;

43. Zunzunegui MV, García De Yébenes MJ, Forster M, Aguilar Conesa MD, Rodríguez Laso A, Otero A. Aplicaciones de los modelos multinivel al análisis de medidas repetidas en estudios longitudinales. *Rev Esp Salud Publica*. 2004;78(2):177–88.
44. Aparicio A, Morera M. La conveniencia del análisis multinivel para la investigación en salud. *Población y Salud en Mesoamérica*. 2007;4:0–23.
45. Zhang Q, Zhang Q, Guo W, Liu Z, Cheng L, Yue D, et al. The learning curve for minimally invasive Oxford phase 3 unicompartmental knee arthroplasty: cumulative summation test for learning curve (LC-CUSUM). *J Orthop Surg Res*. 2014;9(1):81.

ANEXO 1. IMÁGENES ECOGRÁFICAS DE VENA CAVA INFERIOR (2).

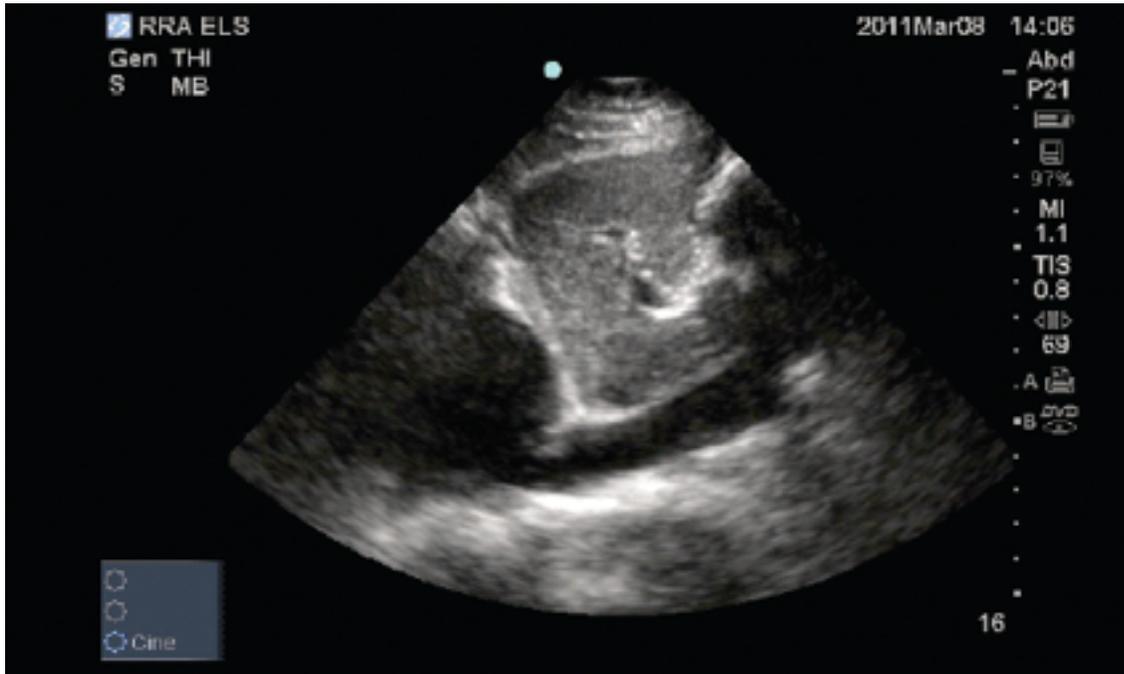


Figura 1: Ventana ultrasonografía VCI.



Figura 2: VCI en inspiración espontánea, Diámetro menor tomado a 2 cms distal a la entrada de la VCI en la aurícula derecha.



Figura 3: VCI en espiración espontanea, Diámetro menor tomado a 2 cms distal a la entrada de la VCI en la aurícula derecha.

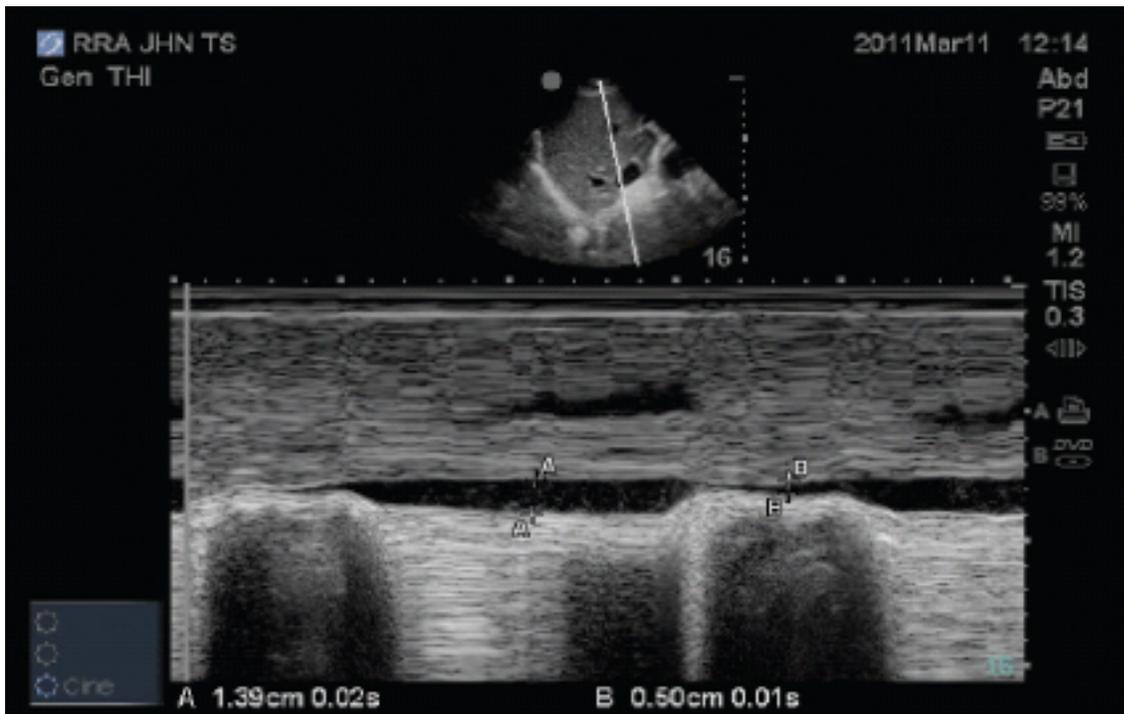


Figura 4: VCI, modo M, se observa diámetro mayor menor de 2 cms con colapso mayor al 50%, como se puede ver en pacientes con hipovolemia.

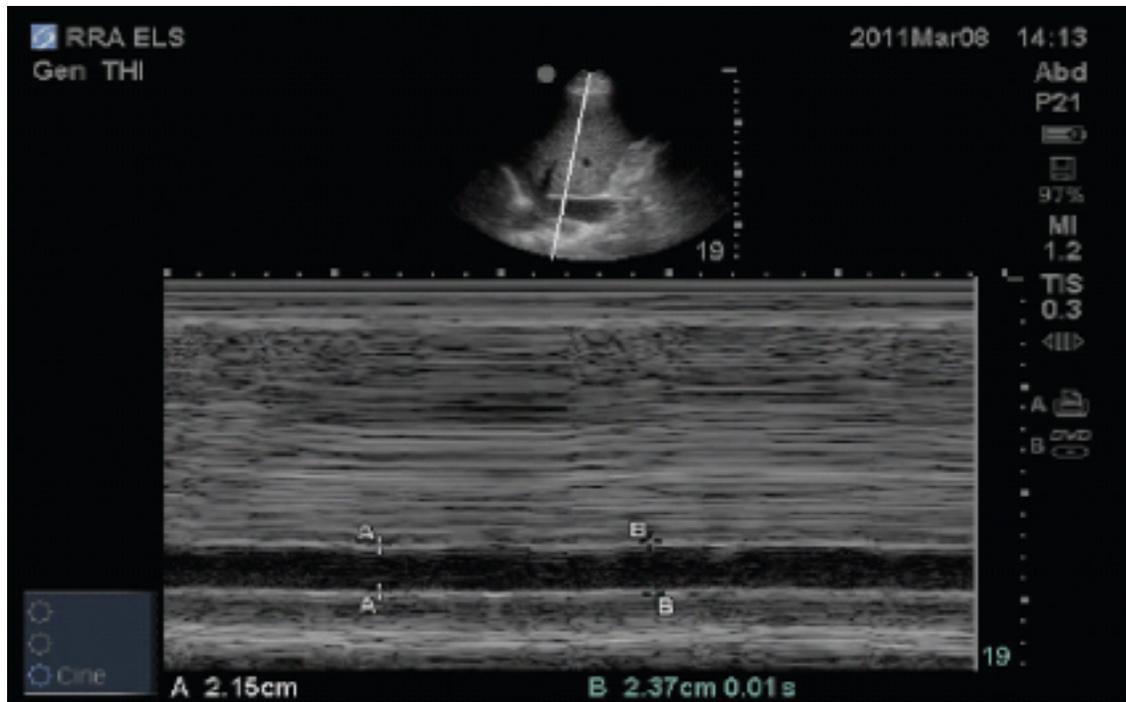


Figura 5: VCI, modo M, se observa diámetro mayor de 2 cms con colapso menor al 50%, como se puede ver en pacientes con hipervolemia.

**ANEXO 2. ESCALA DE MEDICIÓN SUGERIDA POR ACEP 2011 (33) PARA EL
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.**

Puntuación	1	2	3	4	5
Descripción	Estructuras no pueden ser reconocidas. No sería posible concluir a partir de la imagen.	Las estructuras se reconocen mínimamente pero no de manera suficiente para hacer un diagnóstico.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras pero hay ciertas fallas.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras y el diagnóstico está soportado.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras con excelente calidad y el diagnóstico está completamente soportado.

Tabla 1: Escala sugerida para el aseguramiento de la calidad, ACEP 2011.

La escala para la medición de la calidad propuesta en la guía para reporte estándar de las imágenes de ultrasonido de emergencias, consta de 5 niveles, ordinal, siendo 1 la calificación mas baja donde la imagen no permite reconocer estructuras anatómicas y por lo tanto no permite hacer diagnósticos; 2 se reconocen estructuras anatómicas pero no lo suficiente para realizar un diagnostico; 3 la imagen permite realizar un diagnostico, pero hay ciertas fallas como posición de la imagen de interés en el monitor, ganancia de la imagen y profundidad; 4 y 5 con diagnósticos soportados por imágenes de buena y excelente calidad respectivamente.

ANEXO 3. TABLA DE ALEATORIZACIÓN DE MODELOS.

AÑO	No REPETICIÓN / MODELO																									BALANCE DE LA DISTRIBUCIÓN DE INTENTOS (CONTEO)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
1	1	1	1	2	2	3	2	3	2	1	3	3	3	1	2	3	3	1	1	1	2	3	3	1	2	8	8	9
1	1	1	3	1	2	3	1	3	1	1	3	2	2	3	3	2	1	2	3	1	2	3	3	2	1	9	7	9
1	1	2	3	1	3	3	1	2	2	2	2	2	1	2	1	3	3	3	3	1	3	1	1	1	3	10	6	9
1	1	2	2	2	2	3	2	1	3	2	1	3	3	3	2	2	1	3	2	2	1	3	1	2	2	6	12	7
1	1	3	1	1	3	3	1	3	2	2	1	3	2	1	2	2	1	2	1	2	3	3	2	1	2	9	9	7
1	1	3	1	3	2	1	2	2	1	2	3	2	1	3	3	2	3	2	2	2	2	1	2	3	1	8	10	7
1	1	3	2	2	1	2	3	2	3	1	1	2	3	2	1	2	2	2	1	2	2	3	3	1	3	7	11	7
1	1	3	1	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	1	2	1	3	3	2	2	2	1	6	10	9
2	1	1	2	1	3	1	3	2	1	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	3	1	3	1	2	1	10	9	6
2	1	3	1	1	2	1	1	2	1	3	1	3	2	1	1	3	1	2	2	1	2	1	1	1	1	15	6	4
3	1	3	1	3	2	1	3	1	2	3	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	3	3	1	2	2	10	8	7
3	1	1	2	1	1	3	2	3	1	3	3	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	2	1	11	9	5	
3	1	2	3	2	2	3	1	1	1	2	3	1	3	1	3	1	2	3	3	2	2	3	1	1	1	10	8	7
3	1	2	1	3	2	2	3	3	2	1	1	3	1	1	3	1	3	3	1	1	2	1	1	2	2	10	8	7
3	1	1	1	3	1	2	2	1	2	1	2	3	1	3	1	3	1	1	3	1	2	2	1	1	2	14	7	4
																										9,533333333	8,533333333	6,933333333

ANEXO 4. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA OPERADOR

CURVA DE APRENDIZAJE PARA OBTENER LA VENTANA ECOGRÁFICA DE LA VENA CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE EMERGENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

**CENTRO DE SIMULACIÓN ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Le estamos invitando a participar en el estudio “curva de aprendizaje para obtener la ventana ecográfica de la vena cava inferior, en residentes de medicina de emergencias de la universidad del Rosario” como sujeto de estudio.

PROYECTO

Curva de aprendizaje para obtener la ventana ecográfica de la vena cava inferior, en residentes de Medicina de Emergencias de la Universidad del rosario

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Determinar la curva de aprendizaje para obtener la ventana ecográfica de la vena cava inferior (VCI) en residentes de primero, segundo y tercer año de medicina de emergencias de la Universidad del Rosario.

JUSTIFICACIÓN

Se pretende que en el presente estudio los resultados arrojados ofrezcan orientación sobre si son suficientes el número de repeticiones recomendado por ACEP en la obtención de una ultrasonografía abdominal precisa así como insumo para la construcción de programas de monitorización y evaluación de los cursos de ultrasonografía de los programas de medicina de emergencias en Colombia

PROCEDIMIENTO

El estudio se divide en fases; la primera de entrenamiento en la cual durante 40 minutos se realizará una presentación sobre la utilidad y técnica para obtener la ventana de vena cava inferior, la segunda de selección de modelos en la cual se invitara a tres residentes masculinos de cuarto año de medicina de emergencias, luego de lo cual los residentes objetivo de estudios realizaran los intentos por obtener la ventana ecográfica, dichos intentos serán calificados según criterios previamente establecidos, los datos obtenidos serán recolectados, para su procesamiento y posterior análisis.

RIESGOS

Según la resolución 8430 de 1993 este estudio es clasificado como sin riesgo; por tratarse de un estudio en el que no se realiza ninguna intervención ni se modifica intencionadamente variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los que participantes en el.

BENEFICIOS

Contribución a la construcción de conocimientos necesarios para el fortalecimiento del proceso de aprendizaje de procedimientos necesarios e imprescindibles para el ejercicio profesional, participando en el fortalecimiento de su especialización.

MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Los participantes del estudio serán, referenciados según una codificación que asegura el anonimato y la confidencialidad, la información obtenida será destinada a ser utilizada de acuerdo a los objetivos de esta investigación

Declaración de Consentimiento Informado

Leí (o me fue leído), y he entendido la información sobre el estudio y tuve la oportunidad de hacer preguntas y de recibir respuestas satisfactorias para todas ellas.

Mi participación en este estudio es totalmente voluntaria y puedo abandonarlo en cualquier momento y por cualquier razón, sin que esta decisión me afecte en el futuro, por tanto:

DOY MI CONSENTIMIENTO VOLUNTARIO PARA SER PARTE DE ESTE ESTUDIO

Identificación _____
Nombre _____

Firma del Participante

Identificación _____
Nombre: _____
Dirección _____
Teléfono _____

Identificación _____
Nombre _____
Dirección _____
Teléfono _____

Firma del testigo I

Firma Testigo

Firma del Investigador

Firma del Investigador

Mauricio Gómez Betancourt
Juan Carlos Ovalle Novoa

Bogotá, DC, día _____, del mes de _____, del año _____.

En caso de cualquier inquietud sugerencia o deseo de salir del estudio usted se puede comunicar directamente con: Juan Carlos Ovalle Novoa; dirección: carrera 46 numero 144-51 apartamento 301; edificio Santillana; teléfonos: 3114405167 y 6278999

Presidente del Comité de Ética en Investigación, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Teléfono 3474570 extensiones: 380

ANEXO 5. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA MODELO

CURVA DE APRENDIZAJE PARA OBTENER LA VENTANA ECOGRÁFICA DE LA VENA CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE EMERGENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

**CENTRO DE SIMULACIÓN ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Le estamos invitando a participar en el estudio “curva de aprendizaje para obtener la ventana ecográfica de la vena cava inferior, en residentes de medicina de emergencias de la universidad del Rosario” como modelo.

PROYECTO

Curva de aprendizaje para obtener la ventana ecográfica de la vena cava inferior, en residentes de Medicina de Emergencias de la Universidad del rosario

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Determinar la curva de aprendizaje para obtener la ventana ecográfica de la vena cava inferior (VCI) en residentes de primero, segundo y tercer año de medicina de emergencias de la Universidad del Rosario.

JUSTIFICACIÓN

Se pretende que en el presente estudio los resultados arrojados ofrezcan orientación sobre si son suficientes el número de repeticiones recomendado por ACEP en la obtención de una ultrasonografía abdominal precisa así como insumo para la construcción de programas de monitorización y evaluación de los cursos de ultrasonografía de los programas de medicina de emergencias en Colombia

PROCEDIMIENTO

Inicialmente se realizara un entrenamiento a los participantes del estudio por medio audiovisual con una duración de 40 minutos, sobre la utilidad y técnica para obtener la ventana ecográfica de la vena cava inferior, se realizaran mediciones ecográficas repetidas sobre modelos humanos sanos de la vena cava inferior, por lo cual lo invitamos a usted a participar del presente estudio como modelo, para lo cual requiere descubrir la mitad superior del abdomen, para realizar las imágenes por ecografía, que en ningún momento representa un riesgo para su integridad física, los datos obtenidos serán recolectados para su procesamiento y posterior análisis.

RIESGOS

Según la resolución 8430 de 1993 este estudio es clasificado como sin riesgo; por tratarse de un estudio en el que no se realiza ninguna intervención ni se modifica intencionadamente variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los que participantes en el.

BENEFICIOS

Contribución a la construcción de conocimientos necesarios para el fortalecimiento del proceso de aprendizaje de procedimientos necesarios e imprescindibles para el ejercicio profesional, participando en el fortalecimiento de su especialización.

MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Los participantes del estudio serán, referenciados según una codificación que asegura el anonimato y la confidencialidad, la información obtenida será destinada a ser utilizada de acuerdo a los objetivos de esta investigación

Declaración de Consentimiento Informado

Leí (o me fue leído), y he entendido la información sobre el estudio y tuve la oportunidad de hacer preguntas y de recibir respuestas satisfactorias para todas ellas.

Mi participación en este estudio es totalmente voluntaria y puedo abandonarlo en cualquier momento y por cualquier razón, sin que esta decisión me afecte en el futuro, por tanto:

DOY MI CONSENTIMIENTO VOLUNTARIO PARA SER PARTE DE ESTE ESTUDIO

Identificación _____

Nombre _____

Firma del Participante

Identificación _____

Nombre: _____

Dirección _____

Teléfono _____

Firma del testigo I

Identificación _____

Nombre _____

Dirección _____

Teléfono _____

Firma Testigo

Firma del Investigador

Mauricio Gómez Betancourt

Juan Carlos Ovalle Novoa

Bogotá, DC, día _____, del mes de _____, del año _____.

En caso de cualquier inquietud sugerencia o deseo de salir del estudio usted se puede comunicar directamente con: Juan Carlos Ovalle Novoa; dirección: carrera 46 numero 144-51 apartamento 301; edificio Santillana; teléfonos: 3114405167 y 6278999

Presidente del Comité de Ética en Investigación, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Teléfono 3474570 extensiones: 380

ANEXO 6. FORMATO RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO

CURVA DE APRENDIZAJE PARA VENTANA ECOGRÁFICA DE LA VENA CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE EMERGENCIAS.

Año Residencia _____ **Residente No** _____ **Sexo (Femenino =1, Masculino = 2)** _____

Código Operador _____

MEDICIONES 1 – 9.

Variable	Numero Repetición Ventana Ecográfica VCI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Calificación (1 a 5)									
Éxito (Si=1, No=2)									
Tiempo en Segundos									
Modelo (1,2 ó 3)									

Puntuación	1	2	3	4	5
Descripción	Estructuras no pueden ser reconocidas. No sería posible concluir a partir de la imagen.	Las estructuras se reconocen mínimamente pero no de manera suficiente para hacer un diagnóstico.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras pero hay ciertas fallas.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras y el diagnóstico está soportado.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras con excelente calidad y el diagnóstico está completamente soportado.

Escala de medición sugerida para el aseguramiento de la calidad, ACEP 2011

ANEXO 6. FORMATO RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO

CURVA DE APRENDIZAJE PARA VENTANA ECOGRÁFICA DE LA VENA CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE EMERGENCIAS.

Año Residencia _____ Residente No _____ Sexo (Femenino =1, Masculino = 2) _____

Código Operador _____

MEDICIONES 10 – 18.

Variable	Numero Repetición Ventana Ecográfica VCI								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Calificación (1 a 5)									
Éxito (Si=1, No=2)									
Tiempo en Segundos									
Modelo (1,2 ó 3)									

Puntuación	1	2	3	4	5
Descripción	Estructuras no pueden ser reconocidas. No sería posible concluir a partir de la imagen.	Las estructuras se reconocen mínimamente pero no de manera suficiente para hacer un diagnóstico.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras pero hay ciertas fallas.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras y el diagnóstico está soportado.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras con excelente calidad y el diagnóstico está completamente soportado.

Escala de medición sugerida para el aseguramiento de la calidad, ACEP 2011

ANEXO 6. FORMATO RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO

CURVA DE APRENDIZAJE PARA VENTANA ECOGRÁFICA DE LA VENA CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE EMERGENCIAS.

Año Residencia _____ Residente No _____ Sexo (Femenino =1, Masculino = 2) _____
 Código Operador _____

MEDICIONES 19 – 25.

Variable	Numero Repetición Ventana Ecográfica VCI						
	19	20	21	22	23	24	25
Calificación (1 a 5)							
Éxito (Si=1, No=2)							
Tiempo en Segundos							
Modelo (1,2 ó 3)							

Puntuación	1	2	3	4	5
Descripción	Estructuras no pueden ser reconocidas. No sería posible concluir a partir de la imagen.	Las estructuras se reconocen mínimamente pero no de manera suficiente para hacer un diagnóstico.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras pero hay ciertas fallas.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras y el diagnóstico está soportado.	Se cumple el criterio mínimo para hacer un diagnóstico. Se reconocen las principales estructuras con excelente calidad y el diagnóstico está completamente soportado.

Escala de medición sugerida para el aseguramiento de la calidad, ACEP 2011

ANEXO 7. CARTA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Acreditación institucional de alta calidad
Ministerio de Educación Nacional
Evaluación internacional
Asociación Europea de Universidades

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN (CEI) ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD (EMCS) UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

MIEMBROS

RAMÓN FAYAD NAFFAH
FÍSICO Y MATEMÁTICO, PRESIDENTE

ALBERTO VÉLEZ VAN MEERBEKE
MÉDICO - NEUROPEDIATRA

ANDRÉS FRANCISCO PINZÓN MANZANERA
ABOGADO, ESPECIALISTA EN DERECHO
ADMINISTRATIVO

ÁNGELA MARÍA RUIZ STERNBERG
MÉDICA - GINECO-OBSTETRA, EPIDEMIOLOGA

CARLOS ENRIQUE TRILLOS PEÑA
EPIDEMIOLOGO

EDITH MIREYA MORA
GERENTE HOSPITALARIA, EPIDEMIOLOGA
REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES

LUISA FERNANDA RAMÍREZ
PSICÓLOGA

MARTHA ROCÍO TORRES NARVÁEZ
FISIOTERAPEUTA, BIOÉTICISTA

PABLO EMILIO MORENO MARTÍN
TRABAJADOR SOCIAL Y MAGÍSTER EN
ESTUDIOS DE LA FAMILIA

RICARDO ALVARADO SÁNCHEZ
MÉDICO SALUBRISTA

SERGIO ANDRÉS AMAYA
PSICÓLOGO Y MÉDICO

XIMENA PALACIOS ESPINOSA
PSICÓLOGA

YOLANDA ISABEL CASALLAS BUITRAGO
ADMINISTRADORA DE EMPRESAS, AUXILIAR
ADMINISTRATIVA

CEI- ABN026- 000081

Bogotá, 26 de marzo de 2015

Doctores

MAURICIO GOMEZ BETANCOURT
JUAN CARLOS OVALLE NOVOA

Investigadores Principales

Protocolo: **“CURVA DE APRENDIZAJE PARA VENTANA ECOGRÁFICA
DE LA VENA CAVA INFERIOR, EN RESIDENTES DE MEDICINA DE
EMERGENCIAS”**

Bogotá, D. C.

Apreciados doctores

En reunión del día jueves 19 de marzo de 2015, el Comité de Ética en Investigación, mediante Acta No. 282, llevada a cabo a las 7:00 a. m. en la sala de juntas del Edificio Nuevo, a la que asistieron los siguientes miembros que cumplen el quórum mínimo deliberatorio de cinco personas.

- Ramón Fayad Naffah, Presidente
- Yolanda Casallas Buitrago, Secretaria Técnica (E).
- Andrés Pinzón, Abogado, Especialista en Derecho Administrativo.
- Martha Torres, Fisioterapeuta, bioeticista.
- Ximena Palacios, Psicóloga.
- Pablo Moreno, Representante de la comunidad.

Se realizó la presentación de la comunicación emitida por usted el día 17 de marzo de 2015 donde adjunta los siguientes documentos con las correcciones solicitadas por el CEI:

- Consentimiento Informado.

Luego de haber tenido en cuenta las observaciones efectuadas, el Comité de Ética en Investigación, aprueba el protocolo junto con toda la información anexa.

Queremos recordarle que debe entregar a este Comité los reportes de avance cada seis meses y de finalización.

Carrera 24 No. 63C-69 Quinta Mutis -
Teléfono: 2970200 Ext. 3405

ANEXO 7. CARTA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Acreditación institucional de alta calidad
Ministerio de Educación Nacional
Evaluación internacional
Asociación Europea de Universidades

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN (CEI) ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD (EMCS) UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

MIEMBROS

RAMÓN FAYAD NAFFAH
FÍSICO Y MATEMÁTICO, PRESIDENTE

ALBERTO VÉLEZ VAN MEERBEKE
MÉDICO - NEUROPEDIATRA

ANDRÉS FRANCISCO PINZÓN MANZANERA
ABOGADO, ESPECIALISTA EN DERECHO
ADMINISTRATIVO

ÁNGELA MARÍA RUIZ STERNBERG
MÉDICA - GINECO-OBSTETRA, EPIDEMIÓLOGA

CARLOS ENRIQUE TRILLOS PEÑA
EPIDEMIÓLOGO

EDITH MIREYA MORA
GERENTE HOSPITALARIA, EPIDEMIÓLOGA
REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES

LUISA FERNANDA RAMÍREZ
PSICÓLOGA

MARTHA ROCÍO TORRES NARVÁEZ
FISIOTERAPEUTA, BIOÉTICISTA

PABLO EMILIO MORENO MARTÍN
TRABAJADOR SOCIAL Y MAGÍSTER EN
ESTUDIOS DE LA FAMILIA

RICARDO ALVARADO SÁNCHEZ
MÉDICO SALUBRISTA

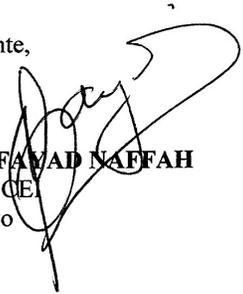
SERGIO ANDRÉS AMAYA
PSICÓLOGO Y MÉDICO

XIMENA PALACIOS ESPINOSA
PSICÓLOGA

YOLANDA ISABEL CASALLAS BUITRAGO
ADMINISTRADORA DE EMPRESAS, AUXILIAR
ADMINISTRATIVA

Este Comité se rige por los lineamientos jurídicos y éticos del país a través de las resoluciones 008430 de 1993 y 002378 de 2008 del Ministerio de la Protección Social. Igualmente, se siguen las normas contempladas en la declaración de Helsinki (Seúl, Corea 2008) y de la Conferencia Mundial de armonización para las Buenas Prácticas Clínicas.

Cordialmente,


RAMÓN FAYAD NAFFAH
Presidente CEI
c.c. Archivo

ANEXO 8. CARTA DE APROBACIÓN DECANATURA DEL MEDIO UNIVERSITARIO.

Bogotá, 25 de julio de 2014

*Doctores
Mauricio Gómez Betancourt y
Juan Carlos Ovalle Novoa
Residentes de Medicina de Emergencias
E. S. M.*

Apreciados doctores:

De acuerdo con su comunicación con fecha del 16 de julio en la cual solicita autorización por parte de esta Decanatura para poder llevar a cabo la investigación "Curva de aprendizaje para obtener ventana ecográfica de vena cava inferior", de la manera más atenta me permito informarle que la Decanatura del Medio Universitario se acoge a lo dispuesto por el Comité de ética de Investigación.

Le deseamos éxitos en la realización de la misma.

Con un atento y cordial saludo,



*Gabriel Silgado Bernal
Decano del Medio Universitario*

Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario – 1653

Calle 12 C No. 6 – 25 Teléfono: (571) 297 02 00 Telefax: (571) 281 85 83
Bogotá D.C., Colombia – www.urosario.edu.co



**ANEXO 9. PROBABILIDAD DE ÉXITO AJUSTADO POR REPETICION Y POR
RESIDENTE .**

No Repetición	Predicciones de probabilidad ajustadas por sujeto y dato		
	p	Minimo	Maximo
1	0.6356236	0.3203298	0.8189533
2	0.6547446	0.3413321	0.8325997
3	0.6734126	0.362976	0.8454117
4	0.6915874	0.3851898	0.8574111
5	0.7092331	0.4078926	0.8686237
6	0.7263185	0.4309954	0.879079
7	0.7428167	0.4544026	0.8888088
8	0.7587055	0.478013	0.8978466
9	0.7739673	0.5017221	0.9062274
10	0.788589	0.5254235	0.9139864
11	0.802562	0.5490108	0.9211593
12	0.8158817	0.5723799	0.9277813
13	0.8285477	0.5954305	0.933887
14	0.8405634	0.6180676	0.9395102
15	0.8519357	0.6402035	0.9446834
16	0.8626745	0.6617585	0.949438
17	0.8727928	0.6826623	0.9538039
18	0.8823063	0.7028543	0.9578096
19	0.8912326	0.7222841	0.9614819
20	0.8995915	0.7409118	0.9648464
21	0.9074041	0.7587075	0.9679268
22	0.9146928	0.7756509	0.9707454
23	0.921481	0.7917312	0.9733232
24	0.9277925	0.8069459	0.9756795
25	0.9336517	0.8212999	0.9778324

Gracias Totales!