

**CONCORDANCIA DEL DIÁMETRO DE LA VENA CAVA
INFERIOR MEDIDA DESDE DOS VENTANAS ECOGRÁFICAS
DISTINTAS**

José Aristóbulo Condía Bríñez Md.

Yury Forlán Bustos Martínez Md.

María Victoria Nieto 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 - 2016

CONCORDANCIA DEL DIÁMETRO DE LA VENA CAVA INFERIOR MEDIDA DESDE DOS VENTANAS ECOGRÁFICAS DISTINTAS

AUTORES.

José Aristóbulo Condía Bríñez. Md

Residente Medicina de Emergencias: investigador principal.

Yury Forlán Bustos Martínez. Md

Especialista en Medicina de Emergencias: asesor temático y co-investigador.

María Victoria Nieto. Md

Especialista en Medicina de Emergencias, co-investigadora.

William Prada Mancilla. Md

Especialista en epidemiología, asesor en epidemiología y estadística.

Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario

Escuela de Ciencias de la Salud

Especialización en Medicina de Emergencias

Bogotá D.C – 2016

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3. JUSTIFICACIÓN	11
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1 Anatomía de la vena cava inferior	13
4.2 Efecto del aumento del volumen intravascular sobre el gasto cardiaco y el choque	13
4.3 Estudio por ultrasonografía de la vena cava inferior	14
4.4 Correlación de los diámetros de la vena cava inferior y su variabilidad con la presión venosa central y el gasto cardiaco	17
5. OBJETIVOS	19
5.1 Objetivo primario	19
5.2 Objetivos secundarios	19
6. PROPÓSITOS	20
7. HIPÓTESIS	21
7.1 Formulación de la hipótesis	21
7.2 Hipótesis nula	21
7.3 Hipótesis alterna	21
8. METODOLOGÍA	22
8.1 Tipo y diseño general del estudio	22
8.2 Población y muestra	22
8.2.1 Universo	22
8.2.2 Marco muestral	22
8.2.3 Sujetos de estudio	22

8.2.4 Tamaño de la muestra	22
8.3 Criterios de inclusión	23
8.4 Criterios de exclusión	23
8.5 Definición y operacionalización de las variables	24
8.6 Técnicas, procedimientos e instrumentos a utilizar en la recolección de datos	25
8.7 Plan de análisis estadístico	27
8.8 Control de sesgos	27
8.9 Elección de la muestra/modelos	27
8.10 Implicaciones éticas	28
9. RESULTADOS	30
10. DISCUSIÓN	32
11. CONCLUSIONES	34
12. RECOMENDACIONES	35
13. BIBLIOGRAFÍA	36
14. ANEXOS	38

CONCORDANCIA DEL DIÁMETRO DE LA VENA CAVA INFERIOR MEDIDA DESDE DOS VENTANAS ECOGRÁFICAS DISTINTAS

INTRODUCCIÓN: En el choque, la ACEP propone la medición de los diámetros de la vena cava inferior tanto en la ventana acústica sub xifoidea o línea medio axilar derecha y con estos se calcule el índice de colapso, que permite un estimativo de la presión venosa central. Aceptando la vena cava como un cilindro, se ha dado por hecho que las mediciones desde cualquiera de las dos regiones son equivalente e igualmente confiables, pero no existen estudios que lo demuestren.

OBJETIVO: Determinar la concordancia de los diámetros en inspiración y espiración de la vena cava inferior, al ser medidos desde dos regiones diferentes: la región subxifoidea y medio axilar derecha entre el séptimo y noveno espacio intercostal, en una población de individuos sanos.

METODOLOGÍA: fue un estudio de observación transversal, tipo: concordancia. En este diseño se buscó una concordancia esperada de 0.7 mínimo para valores significativos; se realizó por correlaciones intra clase.

RESULTADOS: la media para los valores del IVC en la ventana subxifoidea fue de 29 y para la ventana axilar fue de 22. Para los valores del diámetro inferior de la vena cava inferior fueron de 10 mm para la ventana subxifoidea y de 12 mm para la axilar.

CONCLUSIÓN: Para la población de los estudiantes de la Quita de Mutis de la Universidad del Rosario, no existe concordancia estadísticamente significativa entre la ventana subxifoidea y la ventana axilar para la medición de los diámetros mayor, menor; ni tampoco para el índice de vena cava inferior.

Palabras clave: *diámetro de la vena cava inferior, ultrasonido, índice de vena cava inferior, región subxifoidea, región línea medio axilar derecha*

CONCORDANCE OF THE DIAMETER OF VENA CAVA INFERIOR MEASURED FROM TWO DIFFERENT ECOGRAPHIC ZONE

INTRODUCTION: In the shock, the ACEP proposes from the measurement of the diameter inferior vena cava in the acoustic subxiphoid zone or the right anterior midaxillary line zone, calculate the caval index in which permits an estimation of the central venous pressure. Accepting the vena cava as a cylinder, it has been assumed that measurements from any of the two regions are equivalent and equally reliable, but there are no studies to prove this.

OBJECTIVE: To determine the concordance of diameters in inspiration and expiration of the inferior vena cava, to be examined of two different approach: the subxiphoid zone or the right anterior midaxillary line zone between the seventh and ninth intercostal space, in a population of healthy individuals.

METHODS: There was a study of transversal observation, type: concordance. In this design a concordance expected of minimum 0.7 for significant values was searched; it was realized by intraclass correlation.

RESULTS: According to the values of CI in the subxiphoid zone was 29 and for the right anterior midaxillary line zone it was 22. For the values of the smaller diameters of the vena cava inferior were 10 mm for subxiphoid zone and 12mm for the right anterior midaxillary line zone.

CONCLUSION: For the population of students of the Quinta de Mutis of the Universidad Del Rosario, there aren't in statical significant concordance between the subxiphoid zone and the right anterior midaxillary line zone for the measurement of the taller and smaller diameters; neither for the caval index.

Key words: *inferior vena cava diameter, ultrasound, caval index, subxiphoid zone, right anterior midaxillary line zone*

1. INTRODUCCIÓN

La ultrasonografía es un medio diagnóstico no invasivo que permite la evaluación de pacientes con diferentes patologías, pero que a diferencia de la TAC o la radiografía, no se expone al paciente a la emisión de radiación y tiene la posibilidad de realizarse prácticamente en cualquier paciente, incluso a la cabecera del paciente crítico, lo que quiere decir que sin ser sacado de un ambiente seguro (unidades de reanimación o cuidado crítico) en donde puede continuar una vigilancia estricta y tratamientos de soporte indispensables en estados lábiles, se puede realizar la evaluación con imágenes, permitiendo tomar decisiones claves y evaluar intervenciones de manera oportuna.

La ultrasonografía en urgencias tiene un enfoque diferente a la practicada por radiólogos, cardiólogos o incluso ginecólogos, va más allá de una descripción. El objetivo en la obtención de imágenes es responder a sencillas preguntas y a partir de estas respuestas tomar conductas inmediatas. Desde sus inicios en urgencias con el protocolo Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) la ultrasonografía, realizada por no radiólogos, ha dado pasos agigantados en la propuesta de protocolos para el estudio de pacientes que se presentan a urgencias, permitiendo el esclarecimiento de la etiología en síndromes como el choque[1, 2] o la disnea [3], también mejorando la seguridad del paciente gracias a la guía de procedimientos bajo visión directa como el implante de catéteres entre otros. Esto no solo ha estimulado la necesidad de estudios y el establecimiento de protocolos para la aplicación de la ultrasonografía a la cabecera del paciente crítico por no radiólogos, sino a la formalización en el entrenamiento para el correcto y confiable uso del ecógrafo en urgencias, labor en la que ha intervenido el American College of Emergency Physicians (ACEP), publicando en el 2001 las primeras guías sobre el uso de la ultrasonografía en urgencias, y viene haciendo recomendaciones sobre los contenidos en los programas que acogen como parte de la formación integral de sus especialistas la valiosa herramienta de la ultrasonografía. [4, 5]

Ha llamado nuestra atención el uso de la ultrasonografía en el paciente con choque, en especial la detección de manera rápida de la hipovolemia y la posibilidad de tomar

conductas adecuadas en cuanto a la reposición hídrica. Para la detección de la hipovolemia como una de las causas de choque y optimización de la precarga, se usa la medición de la presión venosa central (PVC), un método invasivo que puede acarrear complicaciones como el neumotórax y/o hemotórax, daño vascular y hemorragias (en especial si se hace a ciegas), y sepsis asociada al implante del dispositivo[6]; complicaciones a las que no se ve expuesto el paciente en un método no invasivo como la ultrasonografía. La hipovolemia es una causa importante y fácilmente corregible del choque, además se debe estar seguro de que el volumen intravascular sea adecuado antes de emplear medicamentos vaso-presores, pues el uso de estos sin un buen contenido de líquido en los vasos sanguíneos, podrían empeorar la hipoperfusión (falta de oxigenación a los tejidos) a pesar de unas buenas cifras tensionales y una buena oxigenación. Para esto se viene empleando la medición de los diámetros de vena cava inferior y diferentes índices a partir de los mismos, que permitan llegar a responder la pregunta de si el paciente se encuentra hipotenso por falta de volumen intravascular; la ACEP propone que a partir de la medición de los diámetros de la vena cava inferior tanto en inspiración como en espiración, bien sea hecha la medida desde la toma de imágenes en la ventanas acústicas sub xifoidea o la ventana acústica de la línea medio axilar derecha, se calcule el índice de colapso de la vena cava inferior:
$$\frac{(\text{Diámetro de la vena cava inferior en espiración} - \text{Diámetro de la vena cava inferior en inspiración})}{\text{Diámetro de la vena cava inferior en espiración}} \times 100$$
 el cual según el valor permite un estimativo de la presión venosa central sin necesidad del implante de un catéter; aceptando la vena cava como un cilindro, se ha dado por hecho que las mediciones desde la región sub xifoidea o en la línea medio axilar son equivalente e igualmente confiables[7], pero esto no se ha demostrado y de hecho algunos estudios abren la posibilidad de pensar que no son equivalentes, lo que afecta los resultados del cálculo del índice de colapso de la vena cava inferior, incidiendo a su vez en las conductas a tomar en la práctica clínica. Esta duda es la que pretendemos aclarar.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El choque, un diagnóstico sindromático de múltiples etiologías y compleja fisiopatología, podría resumirse en un estado fisiológico de hipoperfusión tisular; una vez identificado, es necesaria una intervención temprana de su causa, en patologías como la sepsis severa y choque séptico, a pesar de las intervenciones tempranas, la mortalidad puede llegar hasta el 46,5%[8], la hipovolemia es una de sus características y requiere un manejo con líquidos, una vez alcanzada las metas de presión venosa central (PVC) de 8 – 12mmHg con la infusión de cristaloides, se considera que el manejo con líquidos ha alcanzado su máximo y se debe pasar a otras medidas terapéuticas como vasopresores, inotropia e incluso transfusiones, este manejo por metas ha permitido disminuir la mortalidad de un 46,5% a un 30,5%[8]; resaltamos como no solo se hace necesario establecer el estado de la volemia del paciente para administrar volumen como parte de la terapéutica, sino para identificar el alcance de unas metas de PVC y de persistir el shock escalar a otras medidas terapéuticas. Una alternativa que se ha propuesto para la identificación de la hipovolemia es la medición del diámetro de la vena cava inferior y la medición de la variación del mismo por la influencia del ciclo respiratorio; actualmente el establecimiento del estado de la precarga se hace a través de la inserción de un catéter venoso central, con lo cual se establecieron unos valores óptimos pero que implica riesgos como la lesión vascular (sangrado o trombosis), infección (local o sepsis por catéter) o hemo/neumotórax; hoy día pueden ser identificados los mismos valores de una manera confiable y sin correr los riesgos descritos con la medición de los diámetros de la vena cava y su colapso con la ultrasonografía[9]. La identificación de la hipovolemia permite la administración de cristaloides, coloides e incluso sangre para su corrección y si esta no es la causa del shock se puede y debe pasar a medidas alternativas para su control, además que la sobrecarga del volumen puede ser contraproducente para el paciente, así que se hace necesario tener claro el estado de la volemia del paciente.

Los estudios ecográficos basados en la medición de la vena cava inferior, han empleado técnicas de aproximación sub xifoidea para su medición y se reporta que del total de

pacientes integrados, un 3 a 15% fueron excluidos por que técnicamente no siempre es posible una adecuada visualización de la vena cava que permita realizar las mediciones[10-15]; razones como la obesidad mórbida o la distensión de asas intestinales fueron la causa argumentada para la limitación de la toma de imágenes[12].

Como ya se ha hecho notar, hay una pérdida no despreciable de pacientes que no pueden ser evaluados y manejados con esta valiosa herramienta, pues la ventana ecográfica subxifoidea (la más utilizada) no es realizable en todos los pacientes. Tomando en cuenta esto, se puede intentar superar los obstáculos si se mide la misma vena cava inferior, ubicando el transductor a la misma altura pero en la región de la línea medio axilar como lo indica la ACEP. Esto no está demostrado y la recomendación parte del supuesto de que se asimila la vena cava inferior a un cilindro, bajo este razonamiento la medición desde dos puntos diferentes es equivalente sin embargo, dos publicaciones nos llamaron la atención sobre factores que podrían afectar la equivalencia. La primera fue una publicación hecha por Nils Siegenthaler y cols[16] en el 2012, se realizó una comparación en dos seres humanos y en dos cerdos, los cuatro bajo entubación se les practicó la medición de la vena cava inferior por ecografía transesofágica y simultáneamente transabdominal; en los cuatro sujetos de estudio se evidenció un menor diámetro de la vena cava inferior medida desde el abdomen con respecto a la medición transesofágica, la variación fue del 12% en los humanos y del 27% en animales y se evidencia una disminución en la diferencia de la medición de los diámetros cuando se reduce la presión en la pared abdominal. Los anteriores hallazgos plantearon la inquietud de si la variación de los diámetros de la vena cava inferior medida desde la región subxifoidea y debido a las presiones en la pared abdominal son significativos al medir la misma vena cava inferior desde la región de la línea medio axilar en donde no se trasmite dicha presión al abdomen por la interposición de la reja costal. Otra publicación hecha por David J Blehar y cols[17] nos mostró una vena cava que se somete a cambios no solo de diámetro sino también de posición con la dinámica de la respiración, más aun su anatomía no es completamente cilíndrica; estas referencias dinámicas y estáticas de la vena cava inferior puede influir diferencias significativas de la medición de los diámetros de la vena cava inferior desde las dos ventanas ecográficas.

3. JUSTIFICACIÓN

La ultrasonografía en urgencias está entrando a ser una pieza clave en la evaluación para diagnóstico y/o toma de decisiones del paciente en urgencias, en especial del paciente críticamente enfermo.[18] Es así como se han realizado diferentes estudios para el acople de la ultrasonografía en el esclarecimiento de diagnósticos sindromáticos, publicándose estudios y protocolos como el FAST que permite identificar lesiones potencialmente mortales en la primera hora y definir una conducta quirúrgica de urgencia[19, 20]. Otros realizan evaluaciones hemodinámicas en busca de causas de choque como el protocolo FALLS (Fluid administration limited by lung sonography) que trata de determinar algunas de las causa de choque y propone guiar la reanimación volumétrica a partir de hallazgos pulmonares sugestivos de edema[21], el RUSH (Rapid Ultrasound in Shock) que busca diferenciar entre posibles causas como hipovolemia, obstructivo o cardiogénico[1] y el FATE (focus assessed transthoracic echocardiographic) permite evaluar desde el punto de vista hemodinámico al paciente crítico y en el 97,4% de los pacientes contribuyó de manera positiva la información obtenida[22]. Otro gran síndrome en que ha intervenido la ultrasonografía es la disnea en el que participan protocolos como el RADiUS (rapid assessment of dyspnea with ultrasonography)[23], LCI (lung-cardiac-inferior vena cava)[24] y BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency), este último se llevó a cabo para identificar la posible causa de falla respiratoria entre cuadros bronco-obstructivos, edema pulmonar, trombo-embolismo pulmonar, neumotórax o neumonía y se considera que pudo llevar al diagnóstico correcto en el 90,5% de los casos[3]. Otro campo más reciente de aplicación diagnóstica es la identificación de la causa de paro cardio/respiratorio no secundario a arritmia y se hacen propuestas como el CAUSE (Cardiac arrest ultra-sound exam)[25] y el CORE (Concentrated Overview of Resuscitative Efforts) Scan[26].

Si varios de estos protocolos han impactado en la toma de decisiones terapéuticas en pacientes críticos, se convierte en una necesidad que estos sean llevados al mayor número posible de pacientes y superar las limitaciones técnicas que pueda ofrecer en algunas circunstancias las características anatómicas de las personas frente a la forma más habitual

de medición de la vena cava inferior (sub xifoidea). Se debe proporcionar una alternativa igualmente equivalente y confiable, que permita su uso en nuevos estudios aprovechando mejor los sujetos de investigación, incluso disminuyendo el número requerido o lograr el establecimiento de la volemia de manera no invasiva en más pacientes; para esto se requiere de estudios de equivalencia que no fueron hallados por nosotros en la literatura médica, lo que generó una necesidad que resuelve este estudio. ¿Es concordante la medición de los diámetros de la vena cava inferior acorde con el ciclo respiratorio en la ventana acústica subxifoidea con los diámetros de la misma vena cava inferior desde la ventana medio axilar?

4. MARCO TEÓRICO.

A continuación desglosaremos la anatomía de la vena cava, las mediciones ecográficas de la misma y los estudios que impulsaron proponer la medición del índice de colapso de la vena cava inferior como un indicador del estado de la volemia y precarga cardiaca; factor a modificar en el choque o incluso en la disnea.

4.1 Anatomía de la vena cava inferior[27].

Es el sistema de drenaje vascular venoso que recolecta la sangre de los miembros inferiores, la mayor parte del dorso, la pared abdominal y las vísceras abdominales/pélvicas. La sangre de las vísceras pasa a través del sistema venoso porta y del hígado antes de entrar en la vena cava inferior a través de las venas hepáticas.

La vena cava inferior se forma anterior a la vértebra L5 por la unión de las venas ilíacas comunes, esta unión tiene lugar 2,5cm a la derecha del plano medio, inferior a la bifurcación de la aorta. La vena cava inferior asciende por el lado derecho de los cuerpos vertebrales lumbares y abandona el abdomen pasando a través del foramen de la vena cava en el diafragma a nivel de T8, para una longitud de 20cm y casi un 50% pasa por debajo del hígado.

4.2 Efecto del aumento de volumen intravascular sobre el gasto cardiaco y el choque.

Un aumento súbito del volumen de la sangre en torno al 20% aumenta el gasto cardiaco hasta 2,5 – 3 veces con respecto a lo normal. Si se aumenta rápidamente el volumen vascular, el mayor llenado del sistema provoca que la presión media del llenado sistémico aumente hasta 16mmHg. Al mismo tiempo el aumento del volumen intravascular distiende los vasos sanguíneos, con lo que se reduce su resistencia y, por tanto, se reduce la

resistencia al retorno venoso. Lo que demuestra que el gasto cardiaco y el retorno aumenta 2,5 a 3 veces y que la presión en la aurícula derecha hasta aproximadamente 8mmHg[28].

En base a las variables fisiológicas expuestas sobre el gasto cardiaco, se ha priorizado en el manejo del choque el volumen intravascular, si bien no es el único factor que influye en la perfusión si es el primer punto a corregir. En la definición propuesta de choque séptico por el “*Surviving Sepsis Campaign*”, una de las variables que define al paciente en sepsis que cursa con choque séptico es la hipotensión (presión arterial sistólica < 90 mm Hg, presión arterial media < 70 mm Hg o una disminución de la presión arterial sistólica en más de 40 mm Hg en adultos o al menos dos desviaciones estándar por debajo de lo normal para la edad), considera que si el paciente persiste con hipotensión después la administración de al menos 30mL/Kg de volumen intravascular se debe considerar que el paciente está en choque séptico y comienza un protocolo para la corrección de la misma.[29] Este protocolo viene sugerido a partir de los estudios adelantados por Rivers E y cols publicado en el 2001,[8] donde propone un protocolo de estabilización del paciente con sepsis severa y choque séptico dirigida por metas, el primer punto es optimizar la precarga para lo cual se propone la administración de cristaloides con una meta de presión venosa central de 8 a 12mmHg en pacientes no ventilados y según respuesta se continuará con medidas de soporte mayores como vasopresores, transportador de oxígeno e inotrópicos; se enrolaron 263 pacientes que se distribuyeron en dos grupos: uno de manejo usual del paciente séptico y el otro grupo con manejo de estabilización por metas, logrando una mortalidad intrahospitalaria significativamente menor en el grupo de reanimación por metas (46,5% Vs 30,5%). Si bien este protocolo ha sido controvertido por estudios recientes, se encuentra aún vigente y se han venido adicionando al mismo un mayor apoyo farmacológico y ajustado los tiempos, pero las metas en general incluyendo la presión venosa central se mantiene vigente.

4.3 Estudio por ultrasonografía de la vena cava inferior.

La vena cava inferior desde el punto de vista ecográfico podría ser separada en dos porciones: infra renal y supra renal. Esto basado en que la vena cava en su porción infra

renal está rodeada por el intestino y debido al gas que se acumula en este se dificulta su visualización ecográfica, mientras que la porción supra renal está cubierta por el hígado, facilitando su visualización con el ultrasonido.

Las dimensiones de la vena cava inferior son modificadas por el ciclo respiratorio y el ritmo cardiaco. En un individuo que respire de manera espontánea, durante la inspiración puede haber un colapso de la vena cava inferior, con la recuperación de dicho colapso en la espiración. Un comportamiento contrario del colapso de la vena cava inferior con respecto al ciclo respiratorio es observado en los pacientes bajo ventilación mecánica; esto es explicado por los cambios de presión en la caja torácica, en un individuo con ventilación espontánea, disminuye la presión en la caja torácica durante la inspiración, la velocidad del flujo sanguíneo en la vena cava inferior aumenta, lo que crean un efecto Venturi en el sistema venoso. La vena cava inferior también puede ser fácilmente colapsada aplicando una presión suave en la pared abdominal. Otras variaciones en los diámetros de la vena cava pueden deberse más a variantes anatómicas, como la formación de un “bulbo” en la zona de la unión de la vena hepática a la vena cava inferior previo a la entrada a la aurícula derecha, dando una forma de sable. También se han reportado un perfil moniliforme que da la apariencia de un collar de perlas.[30]

El volumen sanguíneo circulante se encuentra principalmente en el sistema venoso (65%), una variación en este volumen puede afectar la imagen ecográfica de la vena cava inferior. Una imagen aplanada de la vena cava inferior en un paciente choqueado, esta correlacionado con una baja presión venosa central e indica un componente hipovolémico del choque.[30]

- **Técnicas para la medición con ultrasonografía de los diámetros de la vena cava inferior.[7]**

Se coloca al paciente en posición supina, el grado de elevación de la cabecera de la cama no ha demostrado relevancia. En cuanto al equipo se debe utilizar un transductor de baja frecuencia (3.5-5 MHz), tal como un transductor “phased array” o uno curvilíneo.

Se pueden hacer dos tipos de aproximación. La primera (más usada) es obtener una vista subxifoidea del corazón mediante la colocación del transductor en el abdomen del paciente inmediatamente por debajo de la apófisis xifoides con el marcador del transductor hacia la derecha del paciente; una vez que se obtiene una visualización de las cavidades del corazón, el transductor se gira 90 grados hasta que el marcador está apuntando hacia la cabeza del paciente. En este punto, la vena cava inferior debe ser visualizada en el plano longitudinal cuando entra en la aurícula derecha[7].

El segundo método consiste en escanear, con el hígado como una ventana acústica, mediante la colocación del transductor entre la línea axilar media y anterior derecha, a la altura del séptimo al noveno espacio intercostal, el marcador debe estar apuntando a la cabeza del paciente. Se puede visualizar la vena cava inferior que discurre longitudinalmente adyacente al hígado y cruzando el diafragma. Siguiendo el vaso y observando su entrada a la aurícula derecha, se puede confirmar que se trata de la vena cava inferior y no de la aorta que corre paralela a la misma[7].

La medición de los diámetros de la vena cava inferior se debe realizar 2 cm desde donde entra en la aurícula derecha en dirección caudal y desde borde interno a borde interno, sin incluir el espesor de la pared[7].

Una forma alternativa de visualizar variación respiratoria de los diámetros de la vena cava es utilizar el modo M, se debe ubicar el haz de corte a los mismos 2 cm de la aurícula derecha. Los diámetros inspiratorio y espiratorio pueden ser medidos en la imagen en modo M, en las distancias más pequeña y más grande, respectivamente.

Como ya se ha hecho notar en el planteamiento del problema, hay una pérdida no despreciable (3-15%) de pacientes que no pueden ser evaluados y manejados con esta valiosa herramienta, pues la ventana ecográfica sub xifoidea (la más utilizada) no es realizable en todos los pacientes [10-15].

4.4 Correlación de los diámetros de la vena cava inferior y su variabilidad con la presión venosa central y el gasto cardiaco.

Un estudio hecho por Barbara J. Kircher y cols en 1990 con 113 paciente, de los cuales 20 fueron excluidos por no ser posible visualización de la vena cava inferior (el abordaje fue abdominal anterior), otros 10 se excluyeron por otras razones quedando 83 paciente, con ventilación espontánea; se encontró que el índice de colapso mayor o menor del 50% tenía una correlación para predecir una presión de aurícula derecha menor de 10mmHg o mayor o igual a 10mmHg respectivamente, con un nivel de certeza del 81% y 88% para cada uno.[31] Así mismo el Dr. Lichtenstein y cols en 1994 realizaron un estudio en 54 pacientes ventilados; un calibre de menos de 10 mm se correlacionó con una presión venosa central por debajo de 10 mmHg con una sensibilidad 84%, especificidad 95%, un valor predictivo positivo del 89% y un valor predictivo negativo 92%. Después de estos reportes pioneros, se han adelantado diferentes investigaciones que han arrojado resultados similares, incluso se ha combinado el diámetro de la vena cava inferior con el índice de colapso (ver tabla 1).[9, 32] Pero los estudios de correlación han llegado más allá, pues tomando en cuenta que uno de los principales objetivos en el estudio de la presión de la vena cava inferior, si bien no el único, radica en saber que pacientes son susceptibles de la administración de volumen intravascular con miras a mejorar la presión arterial en los pacientes con choque. El Dr. Feissel y cols publicaron en el 2004 un interesante estudio de correlación del índice de colapso de la vena cava inferior con un incremento del gasto cardiaco; midieron los diámetros de vena cava inferior pre y post bolo de 8 mL/kg 6% hidroxietilstarch en 20 min en 39 pacientes ventilados, sépticos, encontrando un incremento del gasto cardiaco > 15% (pacientes respondedores a volumen) si delta de vena cava > 12%
$$\left(\frac{D_{\max VCI} - D_{\min VCI}}{(D_{\max VCI} + D_{\min VCI})/2} \right) * 100$$
, discriminando entre respondedores y no respondedores con un valor predictivo positivo del 93% y predictivo negativo del 92%.[33]

Tabla 1. Correlación del diámetro y el colapso de la vena cava inferior con las presiones en la aurícula derecha [7].

Diámetro VCI	Colapso VCI con la respiración	Presiones en la aurícula derecha
Menor 1,5cm	Colapso 100%	0 – 5 cmH ₂ O
1,5 – 2,5cm	Colapso > 50%	5 – 10 cmH ₂ O
1,5 – 2,5cm	Colapso < 50%	11 – 15 cmH ₂ O
Mayor 2,5cm	Colapso < 50%	16 – 20 cmH ₂ O
Mayor 2,5cm	No colapsa	Más de 20 cmH ₂ O

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo primario.

Determinar la concordancia de los diámetros en inspiración y espiración de la vena cava inferior al ser medidos desde dos regiones diferentes: la región subxifoidea y medio axilar derecha entre el séptimo y noveno espacio intercostal, en una población de individuos sanos.

5.2 Objetivos secundarios.

- Establecer los diámetros en inspiración y espiración de la vena cava inferior, desde un abordaje subxifoidea, en cada individuo.
- Establecer los diámetros en inspiración y espiración de la vena cava inferior, desde un abordaje medio-axilar derecho, en cada individuo.
- Establecer la concordancia de los diámetros de la vena cava inferior, tanto en inspiración como en espiración, de las dos aproximaciones hechas en cada individuo.
- Establecer el índice de colapso de la vena cava inferior por cada aproximación y en cada individuo.
- Establecer la concordancia en los índices de colapso de los dos métodos de aproximación de la medición de la vena cava inferior.
- Establecer los tiempos de duración de la toma de imágenes de cada una de las ventanas.

6. PROPÓSITOS

- Aportar al desarrollo de la medicina de emergencias, fortaleciendo la investigación en ultrasonido.
- Generar conocimiento en el área de ultrasonografía que permita ser base para futuras investigaciones, en especial en lo concerniente a temas de medición de la vena cava inferior.
- Generar o descartar alternativas de ventana ecográfica confiables a la hora de medir los diámetros de la vena cava inferior.
- Conocer si las mediciones de la vena cava inferior desde la ventana de la línea axilar media es equivalente a la ventana subxifoidea.

7. HIPOTESIS

7.1 Formulación de hipótesis.

Los diámetros de la vena cava inferior medidos por ultrasonografía, desde la zona subxifoidea y desde la región de la línea medio axilar, tienen una concordancia mayor de 0,75 con el coeficiente de correlación intra clase.

7.2 Hipótesis nula.

No existe concordancia entre los diámetros de la vena cava inferior medidos por ultrasonografía, desde la zona subxifoidea y desde la región de la línea medio axilar.

7.3 Hipótesis Alterna.

Existe concordancia entre los diámetros de la vena cava inferior medidos por ultrasonografía, desde la zona subxifoidea y desde la región de la línea medio axilar.

8. METODOLOGÍA

8.1 Tipo y diseño general del estudio.

Fue un estudio de observación transversal, tipo: concordancia. En este diseño se buscó una concordancia esperada de 0.7 mínimo para valores significativos.

8.2 Población y muestra.

8.2.1 Universo.

Personas sanas mayores de 18 años

8.2.2 Marco muestral.

Individuos a los que el investigador tuvo acceso en la sede de medicina y ciencias de la salud de la Universidad del Rosario, invitados a participar por medios de información previamente aceptados por la decanatura del medio universitario y voluntariamente desearon participar.

8.2.3 Sujetos de estudio.

Los sujetos provenientes del marco muestral que cumplieron los criterios de inclusión y no los de exclusión y que dieron su consentimiento para el estudio y se encontraban en Bogotá al momento del estudio.

8.2.4 Tamaño de la muestra.

Se obtuvo bajo el marco muestral con muestreo probabilístico. La población diana o blanco fue población sana, la población accesible fueron los estudiantes de la escuela de medicina y ciencias de la salud de la universidad del rosario. La población elegible se estableció por los criterios de selección determinados por los investigadores. El tipo de muestreo fue asignado por intervalos de confianza para concordancia. Para esto se obtuvo, según la revisión sistemática de la literatura, un kappa esperado de 0.692 para medida de ventana axilar y 0.677 para ventana longitudinal subxifoidea, tomándose como valor esperado el más alto encontrado en la revisión sistemática, es decir 0.692. Sin embargo debido a la naturaleza de las variables para el estudio, se realizó un análisis de correlación

intra clase, por lo cual el valor de kappa teórico solo fue utilizado para estimar un tamaño mínimo adecuado de muestra. Así mismo, se estableció que la medida estándar de referencia de la medida de la vena cava inferior es de 16 mm.[34] Se estableció que la proporción de la observación 1 fue la de la ventana sub xifoidea longitudinal. Como medida esperada se encontró el valor de 13.3 con una Desviación estándar de 4.4 mm, esto representó un 83% de lo esperado del estándar de referencia. Para la proporción de la observación 2 se estableció la ventana de la línea medio axilar con un valor encontrado de 14.1, la cual representa un 87% del valor de estándar de referencia del diámetro de la vena cava inferior. Debido a la desviación estándar encontrada se consideró una precisión de 0.27.[35] Debido que para este estudio es tan importante no cometer el error tipo 1 o alfa, se consideró tener un nivel de confianza del 99% estableciéndose un tamaño de muestra inicial de 95 participantes. Debido que en el marco muestral se estableció en una población finita de 2574 estudiantes con características homogéneas esperadas, por lo cual la muestra se reduce a 84 participantes; sin embargo, se consideró una probabilidad de pérdida del 20%, estableciéndose como muestra final 102 estudiantes de medicina. Para la selección de la muestra fue establecida por criterios de los investigadores la escogencia en las áreas comunes por una persona que no tenga conocimiento en las limitantes anatómicas de las personas para las ventanas ecográficas. El uso de información para el reclutamiento de los estudiantes fue previo consentimiento de la decanatura del medio universitario.

8.3 Criterios de inclusión.

- Sujetos mayores de 18 años.

8.4 Criterios de exclusión.

- Que no fuera visible la vena cava inferior desde la ventana subxifoidea.
- Que no fuera visible la vena cava inferior desde la ventana de línea media axilar.
- Que se les haya practicado laparoscopia y/o laparotomía en el último mes.

8.5 Definición y operacionalización de las variables.

Tabla 2. Definición y operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala operacional	Escala de medición	Tipo de variable	Relación entre variables
Sexo	Sexo biológico del participante	¿Cuál es su sexo?	1: Femenino 2: masculino	Nominal dicotómica	Cualitativa	Covariable
Edad	Tiempo de vida que tiene el individuo	Tiempo medido en años cumplidos a partir de su nacimiento	Años	Discreta – intervalo	Cuantitativa	covariable
Diámetro de la vena cava inferior en inspiración	Es la medida del diámetro de la vena cava al final de la inspiración	Distancia medida perpendicularmente en milímetros desde las caras internas y opuestas del vaso al final de la inspiración	Milímetros	Continua- Razón	Cuantitativa	Independiente
Diámetro de la vena cava inferior en espiración	Es la medida del diámetro de la vena cava al final de la espiración	Distancia medida perpendicularmente en milímetros desde las caras internas y opuestas del vaso al final de la espiración	Milímetros	Continua- Razón	Cuantitativa	Independiente
Índice de colapso de la vena cava inferior	Nos muestra la disminución del diámetro en inspiración de la vena cava inferior con respecto al diámetro del mismo vaso en espiración	$[(D_{\max VCI} - D_{\min VCI}) / D_{\max VCI}] * 100$	Milímetros	Continua – Razón	Cuantitativa	Dependiente
Tiempo de realización del estudio	Es la medida del tiempo que toma hacer las dos mediciones (inspiración y espiración) de la vena cava en un mismo abordaje	Tiempo medido en segundos, en el mismo abordaje, que se inicia a contar desde el momento en que el examinador coloca el transductor del ecógrafo en la piel del paciente y termina cuando ya tiene las imágenes para tomar las medidas de la vena cava (inspiración y espiración)	Segundos	Continua- Razón	Cuantitativa	Independiente

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

- **Preparación:** se citó a una reunión con la suficiente anterioridad, de una hora de duración, a las personas a cargo de la recolección de la información (dos especialistas en medicina de emergencias, con experiencia en ultrasonografía de urgencia y medición de la vena cava inferior y un personal auxiliar con una educación mínima de básica secundaria para exponer los objetivos del proyecto y la técnica para la adquisición de las imágenes (permitiendo uniformar el proceso) y realizando la simulación de un caso para aclaración de dudas.

- **Citación:** Obtenido el permiso de la decanatura, se procedió a una búsqueda de estudiantes en áreas comunes de descanso dentro de la sede de la Quinta de Mutis, se les preguntaba sobre la edad y si eran mayores de 18 años, se les interrogaba sobre su deseo de participar en una investigación de ecografía en la vena cava, si era afirmativa la respuesta, se procedía a invitarlos a pasar al centro de simulación ubicado en la misma sede, en donde eran recibidos por el investigador principal, el cual ampliaba la información sobre el problema, objetivos y procedimiento, luego se les mostraba un video del procedimiento de medición de la vena cava, de un minuto y 15 segundos, se disiparon las dudas que pudiera tener el participante sobre el procedimiento o la investigación; se resaltó el carácter voluntario de la participación y la reserva sobre su decisión de hacerlo o no, incluso de desistir en participar en cualquier momento del examen a pesar de su voluntad inicial de hacerlo. Finalmente se les aclaró que no había ningún incentivo por su participación, así como tampoco ningún tipo de sanción por negarse a participar o desistir de la misma. Se entregó el consentimiento informado y a quienes lo firmaron se procedió a realizar el estudio. Luego se llevó al participante a uno de los cubículos del centro de simulación en donde se realizó las mediciones.

- **Escenarios y equipos:** El escenario fue el centro de simulación de la Universidad del Rosario ubicado en la sede de la Quinta de Mutis; ahí se realizó la

toma de imágenes, diámetros y tiempos por dos especialistas en medicina de emergencias. Hubo un solo habitáculo y el objeto de estudio fue evaluado por uno de los especialistas, ninguno de los especialistas presencié los procedimientos realizados por el otro, ni supo de los resultados obtenidos. Los resultados de las mediciones fueron anotados por el personal auxiliar en un formato de Excel y mantiene una confidencialidad de la información obtenida durante y después del proceso de recolección de datos, para evitar que se disemine la información a personas ajenas a los investigadores. El equipo empleado fue un ecógrafo SonoSite Nanomax equipado con transductor tipo phased array de 1-5MHz, gel, camilla, toallas de papel, jabón líquido desinfectante para la limpieza de los equipos, cronómetro, papelería y un escribiente que hará los registros de diámetro y tiempos.

- **Adquisición de las imágenes y medidas:**

Se indicó al sujeto en estudio que se posicionara en decúbito supino sobre la camilla, con la cabeza a cero grados y descubriendo el tercio inferior de su tórax y la mitad superior de su abdomen. La respiración del individuo fue la habitual. La medición de los tiempos la realizó el escribiente, este anotó el tiempo en segundos, e hizo registro independiente de cada ventana ecográfica. Se tomó la medición de tiempo con un cronómetro, éste se puso en marcha cuando el especialista colocó el transductor sobre la piel del paciente y hasta cuando el especialista terminó la adquisición de imágenes para la medición de los diámetros, momento en el cual se detuvo el cronómetro y se registró el tiempo en segundos exactos, despreciando las décimas o centésimas de segundo, sin aproximaciones. El momento de terminación de la medición para detención del cronómetro, estuvo definido por la palabra “fin”, esta fue dicha por el especialista una vez obtuvo la imagen final que se usó para hacer las medidas. La imagen usada para la medición fue en modo B, mostró la vena cava inferior con sus paredes en paralelo y se ubicó el punto de medición 2 cm distal a la unión de la vena cava inferior con la aurícula derecha, se grabó la imagen durante 3 ciclos respiratorios. El transductor fue mantenido perpendicular al vaso durante las mediciones. Revisando la grabación, se buscó la zona que impresione mayor y menor separación de las paredes del vaso, lo que corresponde a la espiración e inspiración, la medición fue en milímetros exactos (despreciando

decimales y sin aproximaciones) del diámetro interno con la función de medición del equipo de ecografía. No hubo cambios de posición del sujeto entre las mediciones. Las mediciones fueron realizadas por un tercero, que fue común a los dos especialistas que realizaron la toma de imágenes, evitando diferencias en el proceso de medición.

8.7 Plan de análisis estadístico: para el análisis de concordancia se realizó por correlaciones intra clase debido a que las variables eran cuantitativas continuas y se obtuvo la recolección de imágenes por dos observadores. Debido a que el objetivo general era reconocer el grado de acuerdo entre las observaciones se realizó con el estadístico de ANOVA para el análisis de la varianza de efectos aleatorios de un factor mediante la función de correlación intra clase y no con el coeficiente de correlación de Pearson, ya que este último permite solo cuantificar una asociación lineal. Se obtuvo un índice de correlación para el valor del IVC y para los diámetros mayores e inferiores de cada ventana; Se utilizaron los siguientes programas estadísticos de computación: para el análisis de las variables el IBM SPSS versión 20 y para el cálculo de la muestra el EpiDat 4.2.

8.8 Control de sesgos: dado que la ultrasonografía es una herramienta diagnóstica operador dependiente, al personal encargado de la realización de la ecografía y adquisición de las imágenes y dimensiones de la vena cava inferior, fue sometido a un entrenamiento que les permitió familiarizarse con el equipo a utilizar y uniformar el método de adquisición de imágenes y medidas. Esta actividad de entrenamiento estuvo a cargo del investigador. Un estudio previo demuestra, que a pesar de que las imágenes son operador dependiente, es confiable las mediciones inter-observadores por lo que no se realiza mediciones de correlación inter observador[35].

8.9 Elección de la muestra/modelos: se invitó a participar a diferentes estudiantes de fácil accesibilidad para el investigador, que se consideró pudieran cumplir los criterios de inclusión. Se les explicó los objetivos del estudio, el procedimiento y los riesgos, dejaron constancia por escrito de su consentimiento informado.

8.10 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 de riesgo mínimo: “Son estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, electrocardiogramas, pruebas de agudeza auditiva, termografías, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, recolección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes residuales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimientos profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml en dos meses excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a grupos o individuos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico y registrados en este Ministerio o su autoridad delegada, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos que se definen en el artículo 55 de esta resolución”. De acuerdo con el enunciado anterior este trabajo fue considerado como una investigación de riesgo mínimo. No se consideró sin riesgo dado que no se hace sobre historias clínicas sino sobre sujetos y tampoco de riesgo mayor que el mínimo pues las técnicas diagnósticas empleadas en el estudio son de uso habitual y no invasiva habiendo mínimas probabilidades de afectar a los sujetos del estudio.

Se presentó el protocolo del proyecto al comité de ética de la universidad del Rosario. Se hizo una entrega del documento que se estudio por el grupo, previo a una presentación en donde se sustento el proyecto y se atendieron las dudas del comité de ética, el cual en una primera evaluación solicitó unas correcciones como fueron:

- Correcciones del consentimiento informado: se solicitó ampliar la información sobre el proceso de toma de imagen.
- Cambio en la manera de acceder a la población estudiantil: inicialmente se planteó una aleatorización por un programa de computadora que escogía, dentro de un número de identificación interno de la universidad, a los candidatos a ser sujetos de estudio y posteriormente se le enviaba una invitación por correo electrónico con el consentimiento informado incluido, luego se realiza una llamada telefónica para confirmar su libre participación o desistimiento y asignar una cita en caso de que su respuesta fuera positiva. El comité consideró que por protección de los datos personales de los estudiantes esta no era una manera viable y se decidió cambiar a una invitación libre y personalizada dentro de las instalaciones de la quinta de mutis, a los sujetos que se encontraran en áreas comunes, en su tiempo libre, hasta lograr el número necesario.
- Cambio en el orden de las hipótesis

Se presentó la documentación nuevamente ya sin sustentación y se recibió una notificación por correo electrónico de que se podía ejecutar el proyecto (Anexo 1).

Se explicó a grupos de número variable, con una charla menor de 10min, los objetivos y el procedimiento de toma de medidas de los diámetros de la vena cava inferior por ultrasonografía, previo a la obtención del consentimiento, aclarando las dudas que surgieron de manera individualizada; además nos apoyamos con un video de una duración de un minuto y 15 segundos para de manera gráfica mostrar el procedimiento. Se les resaltó que los datos son confidenciales, destinados a uso exclusivo a los objetivos de esta investigación. Una vez completado este requisito, firmaron un consentimiento informado (Anexo 2)

9. RESULTADOS

La población fue de 2574 estudiantes, de los cuales se tomó una muestra de 119 individuos, se descartaron 17 por que no fue posible obtener imágenes en una de las dos ventanas ecográficas o en ambas, quedando una muestra de 102 individuos. La proporción de la toma de imágenes por parte de los evaluadores fue prácticamente igual para cada observador. La media de la edad fue de 20 años, con un intervalo de 18 a 34 años, la media para el valor de índice de masa corporal fue de 21 kg/mts². Por otro lado, el sexo predominante fue femenino con 71 individuos (69,6%). Del total de la muestra solo 13 sujetos reportaron algún antecedente quirúrgico abdomino/pélvico, predominando la apendicectomía practicada hace más de 30 días como intervención realizada.

La media para los valores del IVC en la ventana subxifoidea fue de 29, mientras que para la ventana axilar fue de 22. El tiempo medio para la toma de imagen en la ventana subxifoidea fue de 30 segundos, mientras que para la ventana axilar fue de 67 segundos. En los valores del diámetro mayor de la vena cava inferior se encontró un valor medio para la ventana subxifoidea de 14 mm, mientras que para la ventana axilar fue de 16 mm. Para los valores del diámetro menor de la vena cava inferior fueron de 10 mm para la ventana subxifoidea y de 12 mm para la axilar. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Estadística descriptiva.

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Índice de masa corporal (IMC)	102	17,087	32,368	21,865	2,851
Edad (años)	102	18	34	19,89	2,688
Diámetro mayor ventana subxifoidea (mm)	101	7	21	14,20	2,895
Diámetro menor ventana Subxifoidea (mm)	101	2	17	10,16	3,174
Índice de colapso ventana subxifoidea (%)	101	0	75	28,991	15,867
Tiempo de toma de imagen ventana subxifoidea (seg)	101	5	360	30,57	44,405
Diámetro mayor ventana intercostal (mm)	101	7	24	16,40	3,383

Diámetro menor ventana intercostal (mm)	101	3	21	12,87	3,817
Índice de colapso ventana intercostal (%)	101	0	76,923	22,264	13,613
Tiempo de toma de imagen ventana intercostal (seg)	101	4	239	67,32	62,564

Para el índice de vena cava se obtuvo una concordancia del 11% (0.0-0.3), para los diámetros mayores se obtuvo una concordancia del 27% (0.08-0.44), y para los diámetros menores se obtuvo una concordancia del 13% (0.0- 0.3). Todos estos valores con un nivel de confianza del 95%. (ver tabla 4, 5 y 6)

Tabla 4. Correlación de los diámetros mayores.

Correlación	Intervalo de confianza	
0,2706	0,0808	0,4416

Tabla 5. Correlación de los diámetros menores.

Correlación	Intervalo de confianza	
0,1327	0,0	0,3187

Tabla 6. Correlación del índice de colapso de la vena cava inferior

Correlación	Intervalo de confianza	
0,1163	0,0	0,3036

10. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio presentan los valores de una población sana sin factores de riesgo cardiovasculares conocidos donde se muestra en el análisis univariado que es una población joven con un valor medio de índice de masa corporal dentro de límites normales. Esto limita un poco la inferencia a la población de interés que es población con enfermedades críticas en el servicio de urgencias. En cuanto al porcentaje de no visualización de la vena cava nuestro estudio presenta un 14,2%, que se encuentra dentro de los datos reportados en la literatura: de un 3 a 15%[10-15]; llama la atención que de los 17 individuos excluidos por no visualización adecuada de la vena cava inferior en alguna de las dos ventanas, 13 fueron solo de la ventana intercostal y 4 de ambas ventanas, no hubo ninguno en que no se hubiera podido observar de manera exclusiva la ventana subxifoidea. No se encontró un factor claro asociado que explicara este fenómeno.

En cuanto a los diámetros de la vena cava inferior, tanto en inspiración como en espiración, los valores medios tienden a ser mayores en la ventana de la zona medio axilar derecha que en la zona subxifoidea; esto podría explicarse por la presión que se ejerce con el transductor sobre la pared abdominal, como lo observó también Siegenthaler y cols[16] en el 2012, aunque la medición no se hizo a través de una ventana intercostal sino transesofágica, se apreciaron diámetros menores de la vena cava cuando la medición se hacía en la región subcostal. Mientras que la media de los índices de la vena cava inferior son mayores en la ventana subxifoidea que en la medio axilar derecha, lo que mostraría una tendencia de mayor variabilidad de los diámetros entre la inspiración y la espiración en la región subxifoidea; se debe tener en cuenta que a partir de esta variabilidad en los diámetros, es que se realizan los cálculos para establecer el estado de la volemia o precarga.

El coeficiente de correlación intra clase encontrado para los valores de diámetros mayor y menor fue dentro de los valores aceptados. Sin embargo, fue por debajo del valor esperado para establecer concordancia por el investigador según lo referenciado en la búsqueda sistemática. Así mismo, el valor de concordancia entre los dos valores de índice de vena cava inferior fue del 30%, lo cual muestra que el nivel de concordancia entre las

dos ventanas es bajo para determinar la necesidad de volumen intravascular. Esto determina que a pesar que existe concordancia aceptable por los valores permitidos dentro de 30-50%, este valor por su relevancia clínica es muy bajo para determinar que las dos ventanas son concordantes en esta población. No hay estudios previos que permitan hacer una comparación de los resultados anteriormente mencionados; en el estudio publicado por Saul et al, se muestra que si existe concordancia entre observadores dentro de las mismas ventana ecocardiográficas; sin embargo, no se comparan entre las dos ventanas[35]. A pesar de esto, es necesario determinar estos mismos niveles de concordancia en individuos con comorbilidades cardiovasculares en un estudio hospitalario que permita inferir la concordancia de estas dos ventanas en pacientes críticamente enfermos.

11. CONCLUSIONES

- Para esta población del estudio realizado, no existe concordancia estadísticamente significativa en la medición de los diámetros mayor, menor; ni tampoco para el índice de vena cava inferior, entre la ventana subxifoidea y la ventana axilar.
- Para el presente estudio es mayor el tiempo de toma de imágenes desde la ventana en la línea medio axilar derecha que desde una ventana subxifoidea
- La pérdida de imágenes se observó mayor en la ventana medio axilar derecha que en la ventana subxifoidea.

12. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar nuevos estudios que permitan establecer, cuál de las dos índices de vena cava inferior predice mejor el estado de la volemia y la respuesta a carga de volumen en pacientes hospitalizados con patologías críticas, dado que no hay concordancia de diámetros ni índices entre ventanas ecográficas.
- Se recomienda estudios que permitan la validación de estos hallazgos en población enferma, pacientes críticos, como los principales beneficiados de esta herramienta y resultados.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am* **2010**; 28(1): 29-56, vii.
2. Ghane MR, Gharib MH, Ebrahimi A, et al. Accuracy of Rapid Ultrasound in Shock (RUSH) Exam for Diagnosis of Shock in Critically Ill Patients. *Trauma Mon* **2015**; 20(1): e20095.
3. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* **2008**; 134(1): 117-25.
4. Physicians ACoE. Emergency ultrasound guidelines. *Ann Emerg Med* **2009**; 53(4): 550-70.
5. Physicians ACoE. Emergency ultrasound imaging criteria compendium. American College of Emergency Physicians. *Ann Emerg Med* **2006**; 48(4): 487-510.
6. Ruesch S, Walder B, Tramèr MR. Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access--a systematic review. *Crit Care Med* **2002**; 30(2): 454-60.
7. Goldflam K, Saul T, Lewiss R. Focus On: Inferior Vena Cava Ultrasound. American College of Emergency Physicians. <http://www.acep.org/Content.aspx?id=80791>, **2011**.
8. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* **2001**; 345(19): 1368-77.
9. Wong S, Otto C. Echocardiographic findings in acute and chronic pulmonary disease. In: Otto C. Textbook of Clinical Echocardiography. 2nd ed. Philadelphia: Saunders, **2000**:747.
10. Moretti R, Pizzi B. Inferior vena cava distensibility as a predictor of fluid responsiveness in patients with subarachnoid hemorrhage. *Neurocrit Care* **2010**; 13(1): 3-9.
11. Machare-Delgado E, Decaro M, Marik PE. 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.
12. Prekker ME, Scott NL, Hart D, Sprenkle MD, Leatherman JW. Point-of-care ultrasound to estimate central venous pressure: a comparison of three techniques. *Crit Care Med* **2013**; 41(3): 833-41.
13. Ferrada P, Anand RJ, Whelan J, et al. Qualitative assessment of the inferior vena cava: useful tool for the evaluation of fluid status in critically ill patients. *Am Surg* **2012**; 78(4): 468-70.
14. Brennan JM, Blair JE, Goonewardena S, et al. Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure. *J Am Soc Echocardiogr* **2007**; 20(7): 857-61.
15. Nagdev AD, Merchant RC, Tirado-Gonzalez A, Sisson CA, Murphy MC. Emergency department bedside ultrasonographic measurement of the caval index for noninvasive determination of low central venous pressure. *Ann Emerg Med* **2010**; 55(3): 290-5.
16. Siegenthaler N, Giraud R, Muller H, Bendjelid K. Demonstration of inferior vena cava compression by probe pressure during subxiphoid echocardiography. *J Clin Ultrasound* **2012**; 40(1): 44-7.
17. Blehar DJ, Resop D, Chin B, Dayno M, Gaspari R. Inferior vena cava displacement during respirophasic ultrasound imaging. *Crit Ultrasound J* **2012**; 4(1): 18.
18. Arntfield RT, Millington SJ. Point of care cardiac ultrasound applications in the emergency department and intensive care unit--a review. *Curr Cardiol Rev* **2012**; 8(2): 98-108.
19. Kendall JL, Hoffenberg SR, Smith RS. History of emergency and critical care ultrasound: the evolution of a new imaging paradigm. *Crit Care Med* **2007**; 35(5 Suppl): S126-30.
20. McKenney MG, Martin L, Lentz K, et al. 1,000 consecutive ultrasounds for blunt abdominal trauma. *J Trauma* **1996**; 40(4): 607-10; discussion 11-2.

21. Lichtenstein D. Fluid administration limited by lung sonography: the place of lung ultrasound in assessment of acute circulatory failure (the FALLS-protocol). *Expert Rev Respir Med* **2012**; 6(2): 155-62.
22. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol* **2004**; 21(9): 700-7.
23. Manson W, Hafez NM. The Rapid Assessment of Dyspnea with Ultrasound: RADiUS. *Ultrasound clinics* **2011**; 6(2): 16.
24. Kajimoto K, Madeen K, Nakayama T, Tsudo H, Kuroda T, Abe T. Rapid evaluation by lung-cardiac-inferior vena cava (LCI) integrated ultrasound for differentiating heart failure from pulmonary disease as the cause of acute dyspnea in the emergency setting. *Cardiovasc Ultrasound* **2012**; 10(1): 49.
25. Hernandez C, Shuler K, Hannan H, Sonyika C, Likourezos A, Marshall J. C.A.U.S.E.: Cardiac arrest ultra-sound exam--a better approach to managing patients in primary non-arrhythmogenic cardiac arrest. *Resuscitation* **2008**; 76(2): 198-206.
26. Wu TS. The CORE scan: concentrated overview of resuscitative efforts. *Crit Care Clin* **2014**; 30(1): 151-75, vi.
27. Moore K, Dalley A, Agur A. Anatomía con orientación clínica. 7a ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, **2013**.
28. Guyton A, Hall J. Tratado de fisiología médica. 12a ed. Barcelona, **2011**.
29. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. *Crit Care Med* **2013**; 41(2): 580-637.
30. Lichtenstein D. General ultrasound in the critically ill. 1a ed. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, **2005**:202.
31. Kircher BJ, Himelman RB, Schiller NB. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol* **1990**; 66(4): 493-6.
32. Lichtenstein D, Jardin F. Appréciation non invasive de la pression veineuse centrale par la mesure échographique du calibre de la veine cave inférieure en réanimation. *Réanimation Urgences* **1994**; 3(2): 4.
33. Feissel M, Faller J-P, Teboul J-L. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive care medicine* **2004**; 30(9): 4.
34. Grant E, Rendano F, Sevinc E, Gammelgaard J, Holm HH, Grønvall S. Normal inferior vena cava: caliber changes observed by dynamic ultrasound. *AJR Am J Roentgenol* **1980**; 135(2): 335-8.
35. Saul T, Lewiss RE, Langsfeld A, Radeos MS, Del Rios M. Inter-rater reliability of sonographic measurements of the inferior vena cava. *J Emerg Med* **2012**; 42(5): 600-5.

14. ANEXOS

ANEXO 1. APROBACIÓN POR EL 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

RICARDO ALVARADO SÁNCHEZ
MÉDICO SALUBRISTA – PRESIDENTE (E)

JUAN GUILLERMO PÉREZ CARREÑO
MÉDICO, SECRETARIO TÉCNICO

ANDRÉS FRANCISCO PINZÓN MANZANERA
ABOGADO, ESPECIALISTA EN DERECHO
ADMINISTRATIVO

ANDRÉS FELIPE PATIÑO ALDANA
ESTUDIANTE DE MEDICINA REPRESENTANTE
DE LOS ESTUDIANTES

ÁNGELA MARÍA RUIZ STERNBERG
MÉDICA, GINECO-OBSTETRA, EPIDEMIÓLOGA

EDITH MIREYA MORA
GERENTE HOSPITALARIA, BIOÉTICISTA,
EPIDEMIÓLOGA, REPRESENTANTE DE LOS
ESTUDIANTES

KATHERIN QUINTERO
QUÍMICA FARMACÉUTICA

LEONARDO HELBERT CAMARGO PINTO
ESTUDIANTE DE MEDICINA REPRESENTANTE
DE LOS ESTUDIANTES

LUISA FERNANDA RAMÍREZ
PSICÓLOGA

MARTHA ROCÍO TORRES NARVÁEZ
FISIOTERAPEUTA, BIOÉTICISTA

PABLO ANDRÉS BERMUDEZ HERNÁNDEZ
MÉDICO, ESTUDIANTE MAESTRÍA EN
EPIDEMIOLOGÍA

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

SERGIO ANDRÉS AMAYA PEÑA
MÉDICO Y PSICÓLOGO

XIMENA PALACIOS ESPINOSA
PSICÓLOGA

JOHANNA MAYERLY GONZÁLEZ
AUXILIAR ADMINISTRATIVA

CEI- ABN026- 000174

Bogotá, 24 de junio de 2016

Doctor

JOSE ARISTOBULO CONDÍA BRIÑEZ

Investigador Principal

Estudio: “CONCORDANCIA DEL DIAMETRO DE LA VENA CAVA
INFERIOR MEDIDA DESDE DOS VENTANAS ECOGRÁFICAS
DISTINTAS”.

Bogotá, D. C.

Apreciado Doctor:

El Comité de Ética de Investigación recibió y revisó las modificaciones sugeridas al protocolo “Concordancia del diámetro de la vena cava inferior medida desde dos ventanas ecográficas distintas”.

Luego de haber tenido en cuenta las observaciones efectuadas, el Comité de Ética en Investigación aprueba el protocolo.

Queremos recordarle que debe entregar cada año un informe de avance y un informe al finalizar la ejecución del proyecto.

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

Juan Guillermo Pérez MD, MSc
Secretario Técnico del Comité de Ética

c.c. Archivo
Proyectó: Johanna González

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONCORDANCIA DEL DIÁMETRO DE LA VENA CAVA INFERIOR MEDIDA DESDE DOS VENTANAS ECOGRÁFICAS DISTINTAS

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

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Le estamos invitando a participar en el estudio “concordancia del diámetro de la vena cava inferior medida desde dos ventanas ecográficas distintas”, como modelo. Tomando en cuenta su estado de estudiante y posible subordinación que puede tener con alguno de los participantes en el estudio, esto en NINGÚN momento lo OBLIGA a participar del mismo, su participación o abstención a participar NO AFECTARÁ sus procesos evaluativos o de la calidad de la educación que recibe de la universidad.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Determinar la concordancia de los diámetros en inspiración y espiración de la vena cava inferior al ser medidos desde dos regiones diferentes: la región subxifoidea y medio axilar derecha entre el séptimo y noveno espacio intercostal, en una población de individuos sanos.

JUSTIFICACIÓN

Se pretende en el presente estudio establecer la concordancia o no de las medidas de los diámetros de la vena cava inferior desde dos ventanas ecográficas distintas, lo que permita o no usarlas de manera indiferente para la toma de decisiones clínicas o fundamento para investigaciones futuras en el tema.

PROCEDIMIENTO

- Usted ingresará a una habitación en donde encontrará una camilla, un auxiliar de investigación, y un equipo de ultra sonido. Usted NO está siendo FILMADO.
- Deberá acostarse en decúbito supino y descubrir el tercio inferior del tórax (por debajo de la línea mamaria, no quedando descubierto las mamas) y la mitad superior del abdomen (hasta el ombligo). Se mantendrá en reposo hasta que se le indique que puede levantarse y retirarse.
- Ingresará a la habitación un médico experto en ecografía, que pondrá gel y un transductor ecográfico sobre su piel en la zona sub xifoidea y en la región de la línea



media axilar derecha con 7 a 9 espacio intercostal; en cada una hace una medición de la vena cava inferior en inspiración y expiración. Luego entrará un segundo experto en ecografía y realizará el mismo procedimiento.

- El equipo de ultra sonografía, es una máquina que emplea unas ondas sonoras a frecuencias entre los 3 y los 7MHz, por lo que no son audibles, a partir de los ecos de estas ondas se forma una imagen en la pantalla. Este mismo tipo de equipo es utilizado para hacer los estudios de imágenes no invasivas en mujeres embarazadas y observar el feto o estudios de imágenes del corazón (ecocardiograma), entre los más conocidos.
- El tiempo estimado de duración del proceso en total es de 15min. Una vez terminé se procederá a retirar los restos de gel, podrá reacomodar nuevamente su ropa (NO se le pide que se desnude) y podrá retirarse.
- Si en algún momento antes o durante el examen se siente incómodo, presenta dolor o algún otro síntoma o malestar, o no desea continuar participando puede y debe manifestarlo de inmediato a las personas que se encuentran con usted en la habitación y se suspenderá el proceso, sin que esto conlleve algún tipo de repercusión.

RIESGOS

Según la Resolución 8430 Titulo II – Capitulo 1 – Artículo 11, este estudio se considera como una investigación con riesgo mínimo, ya que se categoriza dentro de estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes diagnósticos como la ecografía abdominal.

BENEFICIOS

Contribución a la construcción de conocimientos necesarios para el fortalecimiento del uso de la ultrasonografía en urgencias y en especial en lo que tiene que ver con la medición de los diámetros de la vena cava inferior en el establecimiento del estado de la precarga de los pacientes, necesarios en el auge del uso de la ultrasonografía a la cabecera del paciente.

Ya que su **PARTICIPACIÓN** en esta investigación es totalmente **VOLUNTARIA** se aclara que esta no tiene ningún tipo de incentivo monetario ni de reconocimiento dentro del proyecto. Usted PUEDE ELEGIR PARTICIPAR O NO PARTICIPAR, sin que esto repercuta en su calidad de estudiante. Tanto si elige participar o no, es de aclarar que esto no es de carácter obligatorio y nada cambiará.

MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Este estudio se enfoca en el respeto de principios éticos, por lo tanto, la información recolectada en este estudio será confidencial, y se le prestará la custodia requerida para el caso. Si se presentará algún hallazgo durante el examen que a criterio de los ecografistas



pudiera considerarse como una alteración de lo normal, no se le dará ningún diagnóstico o se le sugerirá tratamiento; deberá asistir a una consulta formal, en donde personal experto corrobore o descarte los hallazgos y de ser necesario den el manejo adecuado a su caso. Tome en cuenta que el procedimiento a realizar no es diagnóstico, ni el personal es profesional en radiología y solo busca cumplir los objetivos de la 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, ver un video demostrativo del procedimiento 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

Nombre _____

Identificación _____ Firma del Participante _____

TESTIGO 1:

Nombre _____ Firma: _____

Identificación _____ Relación con el participante: _____

Dirección _____ Teléfono: _____

TESTIGO 2:

Nombre _____ Firma: _____

Identificación _____ Relación con el participante: _____

Dirección _____ Teléfono: _____

