



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
CENTRO MÉDICO ABC

**“COLAPSABILIDAD DE LA VENA CAVA INFERIOR COMO PREDICTOR DE
HIPOTENSIÓN A LA INDUCCIÓN ANESTÉSICA EN PACIENTES ADULTOS
SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL Y VENTILACIÓN MECÁNICA”**

TESIS DE POSGRADO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA:

DR. JUVENAL FRANCO NOGUEZ

PROFESOR TITULAR DEL CURSO:

DR. MARCO ANTONIO CHÁVEZ RAMÍREZ

ASESORES DE TESIS:

DR. JOSÉ EDUARDO ETULAIN GONZÁLEZ

DR. ALFREDO AÍSA ÁLVAREZ

MÉXICO. CDMX.

AGOSTO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



“COLAPSABILIDAD DE LA VENA CAVA INFERIOR COMO PREDICTOR DE HIPOTENSIÓN A LA INDUCCIÓN ANESTÉSICA EN PACIENTES ADULTOS SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL Y VENTILACIÓN MECÁNICA.”

DIRIGIDA POR:

DR. JOSÉ EDUARDO ETULAIN GONZÁLEZ

DR. ALFREDO AÍSA ÁLVAREZ

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ANESTESIOLOGÍA:

DR. MARCO ANTONIO CHÁVEZ RAMÍREZ

PROFESORES ADJUNTOS DEL CURSO DE ANESTESIOLOGÍA:

DR. HORACIO OLIVARES MENDOZA DR. JAIME PABLO ORTEGA GARCÍA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN:

DR. JUAN OSVALDO TALAVERA PIÑA

AUTORIZACIONES

Dr. Talavera Piña, Juan Osvaldo

Jefe de la División de Enseñanza e Investigación Centro Médico ABC
División de Estudios de Posgrado Facultad de Medicina, UNAM

Dr. Chávez Ramírez, Marco Antonio

Jefe Corporativo del Departamento de Anestesiología Centro Médico ABC
Profesor Titular del Curso de Especialización en Anestesiología División de
Estudios de Posgrado
Facultad de Medicina, UNAM

Dr. Olivares Mendoza, Horacio

Profesor Adjunto del Curso de Especialización en Anestesiología División de
Estudios de Posgrado
Facultad de Medicina, UNAM

Dr. Ortega García, Jaime Pablo

Profesor Adjunto del Curso de Especialización en Anestesiología División de
Estudios de Posgrado
Facultad de Medicina, UNAM



Ciudad de México a 15 de julio 2022

Dr. Juvenal Franco Noguez
Investigador Principal
PRESENTE

El Comité de Investigación y el Comité de Ética en Investigación en su sesión extraordinaria del 11 de julio del 2022 revisaron el protocolo:

“Colapsabilidad de la vena cava inferior como predictor de hipotensión a la inducción anestésica en pacientes adultos sometidos a anestesia general y ventilación mecánica.”

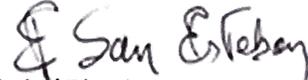
Y se dictaminó como
APROBADO
Con Número ABC-22-21

Le solicitamos al terminar el protocolo un informe de resultados y conclusiones para notificar el término de este a los comités, así como el informe de avances semestral.

ATENTAMENTE


Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña
Presidente del Comité
de Investigación
Centro Médico ABC




Dr. José Eduardo San Esteban Sosa
Presidente del Comité de Ética
en Investigación
Centro Médico ABC



CENTRO MÉDICO ABC
Campus Observatorio
Sur 136 No. 116
Col. Las Américas 01120, Álvaro Obregón,
Cd. de México.
55 5230-8000
Licencia Sanitaria 2001003633
centromedicoabc.com

Campus Santa Fe
Av. Carlos Graef Fernández 154
Col. Santa Fe 05300, Cuajimalpa,
Cd. de México.
55 1103-1600
Licencia Sanitaria 1005001030



DEDICATORIAS

Desde el inicio siempre me han brindado su apoyo, su comprensión y cariño pese a todas las adversidades encontradas en este camino su amor y consejos me hicieron seguir adelante y no detenerme hasta alcanzar mis objetivos. muchas gracias por todo lo que hacen por mí los amo.

A mis padres.

Porque son mis personas favoritas en el mundo, con quien disfruto estar más que nada en el mundo, muchas gracias por apoyarme, por comprenderme en esos momentos difíciles, por buscar que siempre mantuviera una sonrisa, son parte fundamental en todo mi camino son los mejores.

A mis hermanos.

A todas las personas que durante estos tres años me han brindado de sus enseñanzas, que estuvieron al pendiente de mi crecimiento como especialista brindándome todas las herramientas para seguir adelante, por todo el apoyo dado cuando me sentía incapaz de seguir y gracias a sus palabras conseguí la fuerza y energía para concluir esta especialidad.

A mis profesores.

A todas esas personas que me acompañaran durante este camino, administrativos, camilleros, ingenieros, enfermería, así como todo el personal que participa en el Centro Médico ABC que en más de una ocasión fueron una palmada de alivio.

Enfermería.

ÍNDICE

I. Abreviaturas	7
II. Introducción	8
III. Marco teórico	9
IV. Planteamiento del problema	12
V. Pregunta de investigación	13
VI. Justificación	13
VII. Hipótesis	14
VIII. Objetivos	15
IX. Metodología	16
• Diseño del estudio	
• Tamaño de la muestra	
• Población de estudio	
• Criterios de selección	
• Variables del estudio	
• Estrategia de estudio	
• Intervención	
• Procedimientos clínicos	
• Manual de procedimientos	
• Error de medición	
• Análisis estadístico	
• Aspectos éticos	
• Conflicto de interés	
• Cronograma de actividades	
X. Resultados	21
XI. Discusión	25
XII. Limitaciones	27
XIII. Conclusión	27
XIV. Referencias	28
XV. Anexos	30

I. ABREVIATURAS

ABC = American British Cowdray

CAM= Concentración alveolar mínima

VCI = Vena cava inferior

PAM = Presión arterial media

PAS= Presión arterial sistólica

PAD= Presión arterial diastólica

FC = Frecuencia Cardíaca

PEEP = Presión positiva al final de la espiración

ASA = Clasificación funcional del Colegio Americano de Anestesiología

ETCO2= CO2 Exhalado

BIS= Índice de variación biespectral

PVC= Presión venosa central

PIA= Presión intraabdominal

II. Introducción.

En el mundo se estiman 250 millones de cirugías al día. En México se realizan aproximadamente 1,335 procedimientos por 100,000 habitantes, siendo la mayoría cirugías electivas con un porcentaje de complicaciones del 0.5 a 1%. (1) Mantener el control de la presión arterial debe de ser un requisito indispensable durante la práctica de la anestesia debido a que la hipotensión está fuertemente relacionada con complicaciones cardiacas, renales que aumentan en un 30% la mortalidad perioperatoria. En la actualidad no existe una definición universal para hipotensión intraoperatoria sin embargo se establece como una presión arterial media por debajo de 65 mmHg o menos del 30% de su basal. (2) La inducción es un factor de riesgo para hipotensión durante la cirugía debido a los efectos farmacológicos y hemodinámicos de los agentes utilizados. Existen predictores de hipotensión después de la inducción como el estado físico de la Asociación Americana de Anestesiología (ASA), presión arterial media inicial menor de 70 mmHg, edad mayor de 50 años, uso de propofol y dosis altas de fentanilo. (3)

Zhang y Critchley demostraron que la variación respiratoria en las dimensiones de la vena cava inferior (VCI) puede predecir la hipotensión posterior a la inducción en pacientes sometidos a cirugía no cardiaca. La ultrasonografía de la vena cava inferior (VCI) como predictor de hipotensión a la inducción anestésica es un campo que aun busca la validación por numerosos investigadores, sin embargo, a un no se logra llegar a un consenso y establecerla como herramienta para evaluar la volemia preoperatoria y como guía para dirigir la terapia de líquidos. Este estudio pretende evaluar su correlación como factor predictivo de hipotensión a la inducción anestésica. (4)

III. Marco teórico.

El manejo anestésico de los pacientes que se someten a cirugía, es indispensable el manejo de presiones de perfusión adecuadas, minimizando el estrés cardiaco y la respuesta simpática.

Uno de los intervalos de la anestesia general durante los cuales se presenta episodios de hipotensión en forma prevalente es el periodo después de la inducción anestésica y antes de iniciar el estímulo quirúrgico. (5)

En el estudio realizado por Hug y colaboradores en el cual incorporaron 25,981 pacientes encontraron que los cambios hemodinámicos con el Propofol en pacientes clasificados entre ASA I-III era de al menos del 0.2%, por lo que es obligatorio tomar la decisión de monitorizar a nuestros pacientes debido a que la hipotensión se asocia a lesión renal aguda e infarto de miocardio. La palabra monitoreo proviene del latín monere que significa advertiré, recordar y amonestar, esto nos lleva validar variables hemodinámicas menos invasivas, ya que durante décadas el estándar de oro para la monitorización hemodinámica fue el cateterismo de la arteria pulmonar, sin embargo en el año 2013 Paul E. Marik en su estudio Orbituario demuestra un error del 25 a 30 % en la medición del gasto cardiaco. (6) Mark Lennon en 1970 habló de las limitaciones de la termo dilución transpulmonar y análisis del contorno de la onda de pulso, sin embargo la presión venosa central (PVC) sigue siendo la variable de presión más utilizada en el mundo (7). La tendencia actual en el mundo va encaminada a usar un monitoreo menos invasivo guiándonos a través de las variables dinámica (8). La hipotensión durante la inducción anestésica no ha sido lo suficientemente estudiada siendo una situación clínica muy común debido a los efectos hemodinámicos y farmacológicos de los agentes utilizados durante la inducción. Una disminución de la presión arterial por debajo del límite inferior de la curva de autorregulación vascular podría provocar isquemia de órganos vitales. Es decir: corazón, cerebro y riñón (9). Series de estudios clínicos han demostrado una asociación entre la hipotensión intraoperatoria y los efectos desfavorables sobre la función y la integridad de los órganos como lo son la lesión miocárdica, accidente cerebrovascular, lesión renal aguda, una estancia hospitalaria mayor y una mayor mortalidad a 30 días en pacientes después de una cirugía no cardiaca (9). Buscar y encontrar nuevas formas de identificar a los pacientes con riesgo de hipotensión perioperatoria permitirá a los médicos ajustar adecuadamente la monitorización y el tratamiento, lo que reducirá la aparición de estos eventos adversos.

La vena cava inferior es una vena de gran tamaño y fácilmente compresible, su diámetro tiene una alta correlación con la función de las cavidades cardiacas

derechas y su calibre no es afectado por la respuesta compensatoria que se genera ante la pérdida de volumen intravascular. Debemos tener presente que la VCI se colapsa y se distiende por los mismos principios biofísicos que la presión venosa central (PVC). La ecografía de la VCI es un método útil para realizar un seguimiento visual de los cambios dinámicos cualitativos de la PVC respecto a la presión intraabdominal (PIA). (10)

Cuando la PVC cae por debajo de la PIA, la VCI tenderá al colapso y cuando la PVC se eleva por encima de la PIA, la VCI tenderá a distenderse, tanto como lo permita su compliancia (Figura 1).

Los cambios en el diámetro de la VCI reflejan simplemente la interacción entre la PVC y el rango de gradiente entre las presiones intratorácica y abdominal. En otras palabras, la vena se puede colapsar ya sea porque la PVC es muy baja o porque la presión intratorácica se torna muy negativa. para entender mucho mejor estos cambios es importante conocer estas variables. (12)

1. La caída inspiratoria de la presión intratorácica.
2. El aumento inspiratorio de la PIA.
3. El cambio inspiratorio de la función cardíaca y el retorno venoso que en conjunto determinan la presión dentro de la VCI.
4. La forma de respiración del paciente. (13)

La presión que se ejerce en la VCI es un reflejo de la PVC que durante la ventilación espontánea depende de la caída de la presión pleural, la función del retorno venoso y la función cardíaca, y en cuanto a la presión intraabdominal nos habla que si existe colapso inspiratorio nos dice que la PVC está cayendo ante la PIA y en ausencia de una presurización patológica o iatrogénica del abdomen, nos dice este colapso que una PVC puede ser debido a (figura 2-3):

- Hipovolemia.
- Aumento de la resistencia al retorno venoso.
- Función cardíaca hiperdinámica (13) (12).

La medición de la VCI como parámetro dinámico en ventilación espontánea está relacionada con la respuesta a fluidos. (15). Por este motivo, reflejaría el estatus de la volemia con mayor precisión que otros parámetros. Por lo tanto, realizar el examen ultrasonográfico de la VCI previo a la anestesia general, con el objetivo de identificar a aquellos pacientes en riesgo de desarrollar hipotensión, constituye una excelente herramienta diagnóstica preoperatoria para planificar estrategias individualizadas

en cuanto a la terapéutica con fluidos e inotrópicos. La vena cava inferior es una estructura dinámica cuyo diámetro varía con cambios de presión intravascular e intratorácica, en consecuencia, la vena cava inferior colapsa con la inspiración debido a la presión negativa creada por la expansión del tórax (Figura 4) (14). En pacientes sanos con respiración espontánea, los cambios cíclicos en la presión torácica resultan en colapso del diámetro de la vena cava inferior en aproximadamente 50%. Aunque se requiere unificación de criterios, los puntos de corte aceptados en individuos sanos para el diámetro de la vena cava inferior en la inspiración van desde 0 a 14 mm en reposo y en espiración de 15 a 20 mm. Sin embargo, esta relación no es lineal, sino curvilínea. Por lo que, una vez alcanzado un valor concreto de precarga, incrementos posteriores no tienen traducción significativa en el volumen sistólico y se traducen en efectos deletéreos para el paciente. Mueller et al. Reporto una alta especificidad y baja sensibilidad en los experimentos tomando un nivel de corte de > 40 % de índice de colapsabilidad de vena cava inferior para predecir la capacidad de respuesta del volumen. (14)

La ecografía en el punto de atención ha ganado una amplia aceptación en ciertas especialidades de atención aguda, como la medicina de emergencia y la atención crítica. Sin embargo, la adaptación de muchos aspectos ha sido más lento dentro de la anestesiología (16). La ecografía en el punto de atención ofrece múltiples modalidades para evaluar los marcadores estáticos y dinámicos del estado hemodinámico. El diámetro de la vena cava inferior ha mostrado una fuerte correlación con la presión venosa central. Siendo una variable dinámica muy útil. Con el uso del ultrasonido podemos explorar diversos órganos (figura 5). (17)

El ultrasonido de la vena cava inferior se debe de realizar con un transductor sectorial, con superficie de contacto pequeña y de baja frecuencia, con rangos de 2-5 MHz, y seleccionando en la máquina de ultrasonografía modo bidimensional (2D) (figura 6), el paciente deberá encontrarse idealmente en decúbito dorsal y se localizará la ventana acústica subxifoidea o subcostal, colocando el transductor inmediatamente por debajo y ligeramente hacia la derecha del apéndice xifoideo, dirigiendo el transductor hacia el hombro izquierdo, con la marca del transductor hacia la izquierda del paciente en sentido horario a las dos o tres, y con una profundidad de 16-20 cm o mayor, a fin de localizar al corazón, para posteriormente realizar un giro continuo en sentido antihorario del transductor de las 3 a las 12 y ligero desplazamiento hacia la izquierda (figura 5). Realizando los movimientos del transductor descritos se apreciará la vena cava en su trayecto por el hígado, en su sitio de unión al atrio derecho. Una vez localizada la vena cava deberá realizarse la medición en modo M (mono- dimensional) a 2- 3 cm distal de su unión con el atrio derecho (figura 7). Las guías americanas de ecocardiografía recomiendan su

medición perpendicular al eje largo, justo proximal a la unión de la vena hepática, que es aproximadamente de 0.5 a 3 cm de la aurícula derecha. Para obtener el índice de colapsabilidad se realizan medidas del diámetro máximo de un ciclo respiratorio en inspiración y espiración y el ICV se calculó como $ICV = (dIVC_{max} - dIVC_{min})/dIVC_{max}$ (figura 8) (19).

Realizar el examen ultrasonográfico de la VCI previo a la inducción anestésica con el objetivo de identificar a aquellos pacientes en riesgo de desarrollar hipotensión, constituye una excelente herramienta diagnóstica preoperatoria para planificar estrategias individualizadas en cuanto a la terapéutica con fluido e inotrópicos, para así evitar tanto el aporte innecesario de ambos como los episodios de hipotensión. Intraoperatorio.

En el Centro Médico ABC se realizan diversas intervenciones quirúrgicas que requieren que los pacientes sean sometidos a una inducción anestésica, los cuales no se encuentran exentos de presentar hipotensión. El tipo de intervención quirúrgica que se abordará será toda cirugía no cardíaca electiva a las que el paciente se someta a una inducción anestésica con una clasificación ASA I y ASA II.

Las ventajas de obtener la medición de la colapsabilidad de la vena cava inferior como parámetro dinámico y predictor de hipotensión arterial post inducción nos permitirá tomar las acciones preventivas para evitar las complicaciones. Las pautas de la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía apoyan el uso del tamaño y la colapsabilidad de la VCI en la evaluación del estado del volumen. (19)

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad, la información sobre predictores de hipotensión a la inducción es muy limitada, siendo de suma importancia buscar nuevas herramientas para la prevención a esta condición, que de presentarse se ha documentado un aumento del 30% en la mortalidad, una estancia hospitalaria hasta 9 días más prolongada, complicaciones cardíacas, renales y del sistema nervioso central (9).

Existe poca evidencia sobre la colapsabilidad de la vena cava inferior como predictor de hipotensión a la inducción anestésica y por lo tanto disminuir las posibles complicaciones postoperatorias. Por lo que es fundamental la generación de nuevo conocimiento, que lleve a crear nuevas estrategias en el manejo anestésico.

V. Pregunta de investigación

¿La colapsabilidad de la vena cava inferior es de utilidad como factor predictor de hipotensión a la inducción anestésica en pacientes adultos sometidos a anestesia general y ventilación mecánica?

VI. JUSTIFICACIÓN

En México se realizan 1,335 procedimientos quirúrgicos por 100,000 habitantes que requieren que los pacientes sean sometidos a una inducción anestésica los cuales pueden presentar hipotensión. (1) Actualmente las ventajas de obtener la medición de la colapsabilidad de la vena cava inferior nos permitirán tomar las acciones preventivas para evitar las complicaciones. Por lo cual, es necesario buscar nuevas herramientas para que el manejo, durante la inducción y anestesia general, sea mucho más individualizado y disminuya las complicaciones que condiciona la hipotensión a la inducción.

La evidencia sugiere que el diámetro de la VCI es un indicador confiable del estado del volumen. El estudio de la cohorte VASQIP sobre el impacto de la hipotensión transoperatoria en la mortalidad a 30 días encontró que una presión sistólica < 70 mmHg por más de cinco minutos tenía un OR de 2.898. Así mismo, demostró que el mantener la PAM entre 40-49 mmHg se asociaba con mayor mortalidad a 30 días con un OR de 2.433 y de 20.826 si se mantenía por más de cinco minutos < 40 mmHg. (22)

En cuanto a la presión diastólica, únicamente fue significativa una presión por debajo de 30 mmHg por más de cinco minutos, con un OR de 3.181.

Los desenlaces en cualquier tipo de hipotensión transoperatoria fueron significativos a partir de los 6-10 minutos de duración con un RR de 2 hasta 2.8 (< 50 mmHg vs. descenso > 30%) (23).

Sobre los eventos vasculares una caída de la presión arterial media en un 30% de la basal para aumenta el riesgo de un ictus. Louise y Sun en el 2015 encontró aumento de la incidencia de lesión renal aguda postquirúrgica desde presiones arteriales medias por debajo de 60 mmHg por 11 minutos (24). los pacientes con el antecedente de infarto agudo al miocardio tenían un riesgo de nueva lesión miocárdica relacionada con hipotensión transoperatoria del 30%, así como el mantener PAM menor a 60 mmHg, sistólica menor a 70 mmHg o descenso del 30% de la presión arterial basal por 10 minutos aumentaba el riesgo de una

hospitalización mayor de 9 días. Así como por cada minuto con presión sistólica por debajo de 80 mmHg existía un riesgo de mortalidad del 3.6% (25).

La incidencia de delirio en los pacientes geriátricos se ve influenciada por la disminución de la presión arterial por más de 5 minutos.

VII HIPÓTESIS

Ho: La colapsabilidad de la vena cava inferior no es un factor predictor de hipotensión en la inducción anestésica en adultos sometidos a anestesia general balanceada y ventilación mecánica.

Ha: La colapsabilidad de la vena cava inferior es un factor predictor de la hipotensión a la inducción anestésica en adultos sometidos a anestesia general balanceada y ventilación mecánica.

VIII OBJETIVOS

Objetivo principal

Evaluar la colapsabilidad de la vena cava inferior como factor predictor de hipotensión durante la inducción anestésica, en la población de pacientes del Centro Médico ABC. ASA I y ASA II sometidos a anestesia general balanceada y ventilación mecánica.

Objetivos específicos

- Estandarizar la medición de la colapsabilidad de la vena cava inferior.
- Recabar datos de pacientes con criterios de inclusión y realizar base de datos.
- Describir características de los pacientes incluidos en el estudio.

IX Metodología.

Tipo de estudio.

Se realizó un estudio prospectivo y observacional transversal de los pacientes ASA I y ASA II en el Centro Médico ABC sometidos a anestesia general balanceada y ventilación mecánica para determinar su colapsabilidad como predictor de hipotensión en la inducción anestésica en el Centro Médico ABC.

Tamaño de la muestra.

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó una diferencia de media, donde la variable de interés fue el cambio en la presión arterial sistólica después de la administración del fármaco de inducción. Se consideró clínicamente importante una diferencia mínima de 15 mmHg y, en combinación con una desviación estándar de 25 mmHg procedente del trabajo "Role of inferior vena cava collapsibility index in the prediction of hypotension associated with general anesthesia: an observational study" Se fijó un error tipo uno de 0,05 y una potencia requerida de 0,80.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\tilde{s}_1^2 + (n_2 - 1)\tilde{s}_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} = \frac{5.4 - 4.9}{\sqrt{\frac{(110 - 1)2 + (90 - 1)1.5}{110 + 90 - 2} \left(\frac{1}{110} + \frac{1}{90} \right)}} = 2.64$$

3. Población de estudio.

Adultos ASA I y ASA II en el Centro Médico ABC sometidos a anestesia general balanceada y ventilación mecánica que decidan participar en el protocolo y que firmen el consentimiento informado.

4. Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Adultos mayores de 18 años y menores de 65 años.
- Que requieran de anestesia general e inducción endovenosa.
- Cirugía programada.
- Clasificación ASA I y II.

Criterios de exclusión.

- Negación del paciente para participar en el estudio.
- Paciente intubado preoperatoriamente.
- Paciente obstétrica.

- Procedimiento realizado bajo anestesia local o periférica.
- Pacientes con cirugía de urgencia - Clasificación de ASA III y IV.
- Pacientes que requieran de anestesia general e inducción inhalatoria.
- Pacientes con inestabilidad hemodinámica.

Criterios de eliminación.

- Fallecimiento.
- Suspensión de la cirugía.
- Falta de información de alguna de las variables del estudio.

Variables de estudio.

Variable independiente: Colapsabilidad de vena cava.

Variable dependiente: Riesgo de hipotensión.

Asignación aleatoria de grupos y cegamiento

No se realizará.

Estrategia de estudio

Posterior a la aceptación para participar en el estudio, se firmó el consentimiento informado y posteriormente se registraron los datos de forma anónima de la valoración preanestésica para conocer sus comorbilidades. Asimismo, se captaron las variables sociodemográficas.

Intervención

Posterior a la aceptación del protocolo por el Comité de Ética, se realizó la captación de pacientes. Si un paciente cumple los criterios de inclusión y no de exclusión fue seleccionado. Se invito a participar en el estudio, explicando las maniobras a realizar (más adelante descritas) y así como los riesgos agregados por participar en el protocolo (los cuales son nulos). En caso de aceptar participar en el estudio, se firmó el consentimiento informado y posteriormente se registraron los datos de forma anónima de la valoración preanestésica para conocer sus comorbilidades, y las variables sociodemográficas de acuerdo con el formato institucional. Para realizar la medición de la vena cava inferior se utilizó el

ultrasonido propiedad del equipo de investigación el cual no genero ningún costo para el paciente. Dichos resultados fueron recabados en expediente del paciente. En todos los pacientes se llevó a cabo la preoxigenación de la misma manera: mascarilla facial con ajuste hermético, FiO2 al 100%, flujo total 6l/min durante 8 minutos hasta que el valor de EtO2 exceda el 90%. Se realizo una inducción anestésica dosis de propofol 1- 2.5 mg/kg, fentanilo 2 mcg /kg, rocuronio a 2ED95 calculado por peso magro. Se dio 4 minutos de latencia. Posteriormente se colocó el tubo endotraqueal con dispositivo visual para intubación de vía aérea difícil (CMAC) sin conectarlo al circuito, junto con la toma de registros de los cambios hemodinámicos que presenta el paciente, basándonos en los datos ya descritos, en comparación con los de entrada a quirófano el paciente se mantendrá con ventilación pulmonar protectora.

Los parámetros descritos, se monitorizaron y anotaron en los siguientes momentos:

- M1: Post valoración preanestésica (TAM, FC, SpO2, FR)
- M2: Previo inducción (TAM, FC, SpO2, FR)
- M3: Posterior a la inducción (TAM, FC, SpO2, FR)
- M4: Posterior al inicio de la ventilación mecánica. (TAM, FC, SpO2, FR)
- M5: 5 min posterior a la inducción. (TAM, FC, SpO2, FR)
- M6: 10 min posterior a la inducción. (TAM, FC, SpO2, FR)
- M7: 15 min posterior a la inducción. (TAM, FC, SpO2, FR)

Procedimientos clínicos

Se midieron los siguientes parámetros en la sala de operaciones: presión arterial pre-inducción, post inducción a 5, 10, y 15 minutos, así como los siguientes datos, presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD), Presión arterial media (PAM), frecuencia cardiaca (FC), saturación periférica de oxígeno (Spo2).

Manual de procedimientos

Se realizo en una hoja especial, el registro de los datos.

Error de medición

El presente trabajo se intentó disminuir el sesgo de información al ser solo un examinador el que, de seguimiento a los pacientes y capture las mediciones.

Asimismo, se realizará un instrumento de captura de datos estandarizado para todos los pacientes.

Se realizará sesiones de capacitación generales y locales para instruir al investigador sobre la técnica correcta de medición de colapsabilidad de la vena cava inferior.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresarán como la media \pm desviación estándar o mediana con mínimo y máximo, dependiendo la distribución de estas. Las variables categóricas se expresarán como frecuencias y porcentajes.

La normalidad de las variables se evaluará mediante la prueba de Shapiro-Francia, ya que el tamaño de la muestra es mayor a 50. También realizaremos análisis gráfico de la distribución de las variables con histogramas y/o gráficos de tallo y hoja.

Aquellas variables con distribución normal se analizarán con pruebas paramétricas (prueba t de Student para mediciones independientes o prueba de t pareada para mediciones antes después). Mientras que diversas pruebas no paramétricas (prueba de Wilcoxon, Kruskal-Wallis o prueba de los rangos señalados de Wilcoxon, según el caso particular) se usarán para contrastar variables sin distribución gaussiana.

El análisis de muestras pareadas (antes-después) se llevará a cabo con Friedman o prueba de rangos señalados de Wilcoxon y prueba de t pareada, dependiendo la distribución de los datos.

Para la comparación proporciones entre dos grupos se utilizó la prueba de Chi-cuadrada de Pearson χ^2 o prueba exacta de Fisher, dependiendo en número de muestras por casilla.

Para el análisis multivariado se realizará análisis de regresión logística binaria para identificar variables independientes asociadas a hipotensión posterior a la inducción anestésica. La bondad del ajuste del modelo se evaluó utilizando la prueba de bondad del ajuste de Hosmer-Lemeshow, la cual se consideró significativa si el valor de $p > 0.2$; los resultados se presentan en la tabla correspondiente.

Aspectos éticos

Este proyecto cumple con los lineamientos y recomendación de la Declaración de Helsinki. El protocolo se sometió al comité de Ética e Investigación institucional.

Conflicto de intereses

El autor y tutores de esta tesis declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés al momento de realización de esta tesis.

Cronograma de actividades

Actividad	Mes											
	2022											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Ajustes al protocolo y aprobación del CE												
Escrutinio												
Evaluación pacientes y recolección datos												
Codificación, captura y limpieza base datos												
Limpieza final base de datos												
Análisis estadístico												
Redacción manuscrito												
Difusión resultados												

X RESULTADOS

CARACTERISTICAS GENERALES.

Se analizaron los datos de 99 pacientes (cuadro1). Hubo 56.5 % del género masculino y 43.4% del género femenino, con mediana de edad de 45 (rango 30 - 62) años respectivamente, ASA I en el 49.4%, ASA II en el 50.50% sometidos a anestesia general en cirugía no cardíaca y ventilación mecánica con una mediana de IMC de 25.31 (rango 22.86-27.120) k/m², con una mediana de ICVCI de 21 (rango 18-23) , que presento una desviación estándar de PAM de 90.45 ± 10.13, con una mediana y desviación estándar de dosis de fentanil de 200 mcg (rango 150-200) , DE 178.28 ± 54. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características demográficas de la cohorte		
Variable		n = 99 (100%)
Sexo	M n(%)	56 (56.5)
	F n(%)	43 (43.4)
Edad (años)		45 (30-62)
ASA		
	I n (%)	49 (49.4)
	II n (%)	50 (50.50)
Ayuno, media ± DE		9.7 ± 1.82
Talla ± DE		1.68 ± 0.089
Peso, mediana (p25 – p75)		70 (62-78)
IMC (k/m ²)		25.31 (22.86-27.120)
Diabetes n (%)		12 (12.2)
Hipertensión n (%)		23 (23.3)
Dislipidemia n (%)		2 (2.02)
IC n (%)		2 (2.02)
Cardiopatía isquémica n (%)		2 (2.02)
ICVI (%) mediana (p25 – p75)		21 (18-23)
Dosis propofol (mg) mediana (p25 – p75)		100 (100-140)
Dosis fentanil (mcg) mediana (p25 – p75) ± DE		200 (150-200) 178.28 ± 54
Dosis rocuronio (mg) mediana (p25 – p75)		50 (40-50)
Presión arterial sistólica (mm/hg) ± DE		125.31 ± 16.30
Presión arterial diastólica (mm/hg) ± DE		73.02 ± 10.13
Presión arterial media (mm/hg) ± DE		90.45 ± 10.13
Frecuencia cardíaca (lpm) ± DE		67.45 ± 9.88
Saturación periférica de O ₂ ± DE		95.3 ± 2.35
Abreviaturas: M: masculino. F: femenino. IMC: índice de masa corporal. IC Insuficiencia Cardíaca. ICVI: índice de colapsabilidad de vena cava inferior. ±DE: desviación estándar.		

Los procedimientos a los que fueron sometidos esta cohorte de paciente se detallan en cuadro 2.

Cuadro 2. Procedimientos quirúrgicos			
DIAGNOSTICO	SI HIPOTENSION	NO HIPOTENSION	Valor p
HERNIOPLASTIA INGUINAL	2 (2.02)	8 (8.08)	0.010
COLECISTECTOMIA	1 (1.01)	10 (10.10)	
BLEFAROPLASTIA	0(0)	1 (1.01)	
CAMBIO DE IMPLANTES MAMARIOS	0(0)	8 (8.08)	
CIRUGIA FUNCIONAL DE NARIZ	0(0)	4 (4.04)	
SEPTOPLASTIA	0(0)	8(8.08)	
ARTROSCOPIA DE RODILLA	0(0)	5(5.05)	
FUNDUPLICATURA	1 (1.01)	0 (0)	
MAMOPLASTIA DE REDUCCION	0(0)	3 (3.03)	
ESCISIONES DE LESIONES AISLADAS	0 (0)	9(9.09)	
LIPOSUCCION	0(0)	3(3.03)	
ABDOMINOPLASTIA	0(0)	1 (1.01)	
LAPAROSCOPIA DIAGNOSTICA	0(0)	2 (2.02)	
ARTROSCOPIA DE HOMBRO	1 (1.01)	0(0)	
HERNIAPLASTIA ABDOMINAL	0(0)	1 (1.01)	
HEMORROIDECTOMIA	0(0)	2 (2.02)	
MANGA GASTRICA	2(2.02)	0 (0)	
PLASTIA DE CICATRICES	0(0)	1 (1.01)	
RINOSEPTOPLASTIA	1 (1.01)	4 (4.04)	
OSTEOSINTESIS DE FRACTURA DE TOBILLO	1 (1.01)	1 (1.01)	
LAVADO QUIRURGICO	0(0)	2 (2.02)	
OTOPLASTIA	0(0)	1 (1.01)	
BY PASS GASTRICO	0(0)	1 (1.01)	
TORASCOPIA	0(0)	1 (1.01)	
ARTROSCOPIA DE HOMBRO	0(0)	4 (4.04)	
COLACACION DE CATETER	1 (1.01)	1 (1.01)	
CRANEOPLASTIA	0(0)	0 (0)	
TOMA DE BIPSIA DE HUMERO	1 (1.01)	1 (1.01)	
LAPOROTOMIA EXPLORADORA	1 (1.01)	2 (2.02)	
ARTROPLASTIA DE CADERA	0(0)	1 (1.01)	
RTUP	1 (1.01)	0 (0)	
TOTAL	13 (13.13)	86 (86.87)	
Estadístico de prueba: prueba de X^2			

Índice de colapsabilidad de la vena cava inferior como predictor de hipotensión a la inducción anestésica.

En general hubo 9 (9.09%) pacientes que presentaron hipotensión a la inducción anestésica, el grupo con colapso de vena cava inferior tuvo 5 (55.5%) de 9 pacientes con hipotensión, frente a 4 (4.04%) de 90 en el grupo de no hipotensión ($p= 0.002$) cuadro 3. Las variables de nuestro interés fueron las que demostraron un significancia estadística, el IMC 25.8 (rango 25 -33.8) vs 24.9 (rango 22.6 – 26.8); $p=0.040$, peso 78 (rango 66 -111) vs 68.5 (rango 62-77) $p = 0.049$, hipertensión 6 (6%) vs 69 (69.7%) $p= 0.036$, Dosis fentanil 100 (100-120) vs 100 (100-140) $p= 0.067$, dosis rocuronio 50 (50-60) vs 50 (40-50) $p= 0.001$, demás variables del estudio se encuentran en cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de las variables.			
VARIABLE	HIPOTENSION N(%)= 9 (9.09)	NO HIPOTENSION N (%)= 90 (90.9)	Valor p
EDAD	64 (32-72)	45 (28-32)	0.103
SEXO			
FEMENINO			
MASCULINO	5 (5.05) 8 (8.08)	38 (38.3) 48(.48)	0.771*
ASA			
ASA 1 n(%)	3 (3.03)	46 (46.46)	
ASA 2 n(%)	10 (10.10)	40 (40.40)	0.071*
AYUNO	10 ± 1.77	9.66 ± 1.8	0.426
TALLA	1.69 ±. 087	1.68 ± 0.090	0.529
PESO	78 (66 -111)	68.5 (62-77)	0.049
IMC	25.8 (25 -33.8)	24.9 (22.6 – 26.8)	0.040
DIABETES	3 (3.03)	77 (77.78)	0.192*
HIPERTESION	6 (6.06)	69 (69.70)	0.036
DISLIPIDEMIA	1 (1.01)	85 (85.6)	0.247*
IC	2 (2.02)	72 (72.3)	1.0*
CARDIOPATIA ISQUEMICA	1 (1.01)	85 (85.6)	0.247*
ICVCI	5 (5.05)	4 (4.04)	0.002
DOSIS PROPOFOL	100 (100-120)	100 (100-140)	0.577
DOSIS FENTANIL	203.8 ± 24.6	174.4 ± 56.2	0.067
DOSIS ROCURONIO	50 (50-60)	50 (40-50)	0.001
PRESION ARTERIAL SISTOLICA	120 (112-144)	120 (111 -135)	0.553
PRESION ARTERIAL DIASTOLICA	75.53 ± 10.19	72.63 ± 10.26	0.403
PRESION ARTERIAL MEDIA	92.82 ± 8.45	90.09 ± 10.35	0.260
FRECUENCIA CARDIACA	68.46 ± 10.46	67.30 ± 9.84	0.805
SATURACION PERIFERICA DE O2	95.76 ± 1.83	95.26 ± 2.42	0.661
Estadístico de prueba: prueba de X ² o prueba exacta de Fisher*. Prueba de t de Student o Wilcoxon.			

Todos los pacientes tenían un registro a los 0 minutos previo a la inducción y a los 5, 10 y 15 minutos posteriores a la inducción de las variables PAS, PAD, PAM, FC y SATO2, de las cuales se tomaron los resultados para el análisis estadístico cuadro 4. En general los pacientes con colapso de vena cava inferior tuvieron una tendencia a la hipotensión posteriores a la inducción anestésica, la mediana de la PAS a los 0 minutos fue de 120 (rango 112-144), $p=0.053$, la mediana de la PAS a los 5 minutos fue de 74 (rango 74-80) $p<0.001$, la mediana de la PAS a los 10 minutos 86 (rango 85-95) $p=0.001$, para la PAD la mediana a los 5 minutos 48 (rango 48-51), la mediana la PAM a los 5 minutos 58.6 (56.6 - 62.6) $p<0.001$, la mediana la PAM a los 10 minutos 65.6 (rango 61.6 - 68.3) $p=0.029$. no presentando esta misma tendencia para las variables de FC, SATO2 que valor p no fue significativo Cuadro 4- Figura 9.

Cuadro 4 Análisis de las variables a 0,5,10,15 minutos .					
Variables	0 min	5 min	10 min	15 min	
TAS	Hipotensión	120(112-144)	74 (74-80)	86(85-95)	99.5 (90-110)
	No hipotensión	120(111-135)	97 (92-105)	99 (95-106)	95 (92-98)
		$p=0.053$	$p<0.001$	$p=0.001$	$p=0.157$
TAD	Hipotensión	74 (68-85)	48 (48-51)	55 (51-56)	54 (53-57)
	No hipotensión	72(66-81)	62(59-68)	55 (51-61)	58 (51-60)
		$p=0.403$	$p<0.001$	$p=0.653$	$p=0.195$
TAM	Hipotensión	94(92.3-97.3)	58.6 (56.6 - 62.6)	65.6 (61.6 -68.3)	54 (53-57)
	No hipotensión	90.5(80.6-96)	73.3 (70 - 80)	70 (65 - 75.6)	54 (51-60)
		$p=0.260$	$p<0.001$	$p=0.029$	$p=0.162$
FC	Hipotensión	70(59-77)	69 (63.5-71)	69 (63.5-71)	70 (65-67)
	No hipotensión	67(59-75)	65 (58-70)	65 (58-70)	66 (61-70)
		$p=0.805$	$p=0.244$	$p=0.179$	$p=0.257$
SATO2	Hipotensión	96(94-96)	98.5(98-99)	98(98-99)	99(98-99)
	No hipotensión	96(94-97)	98 (98-99)	99(99-99)	98(98-99)
		$p=0.661$	$p=0.349$	$p=0.094$	$p=0.224$

Estadístico de prueba: prueba de rangos señalados de Wilcoxon.

Posterior al análisis multivariado, las variables que mostraron ser predictores independientes de hipotensión posterior a la inducción anestésica fueron: IMC, clasificación ASA, dosis de fentanilo y colapso de la vena cava inferior (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de las variables que predicen hipotensión: modelo de regresión logística binaria				
Variables	Coefficiente de regresión	EE	OR (IC 95%)	p
IMC	0.117	0.051	1.12 (1.01-1.24)	0.024
ASA	2.036	0.904	7.66 (1.30-45.13)	0.024
DOSIS FENTANILO	0.025	0.010	1.02 (1.00-1.04)	0.022
COLAPSO VCI	2.981	0.946	19.70 (3.08-125.99)	0.002

OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza; EE: error estándar.
Prueba de Hosmer-Lemeshow para la bondad del ajuste en el paso final del modelo de regresión: X^2 6.52, 2df, $p=0.58$.

XI Discusión.

En la actualidad en el mundo se realizan entre 187 – 200 millones de cirugías cada día (26). El uso de la ultrasonografía es una herramienta que ha ganado campo en anestesiología sin embargo el desarrollo de competencias en anestesiología aún no ha sido respaldado, en cambio otras especialidades críticas han brindado orientación sobre el alcance apropiado de la práctica y han dado recomendaciones sobre la capacitación mínima necesaria para lograr la competencia. Este apoyo existe dentro del Colegio Americano de Médicos de Emergencia (Irving, Texas), la Sociedad de Medicina de Cuidados Críticos (Mount Prospect, Illinois) y el Colegio Americano de Médicos del Tórax (Glenview, Illinois) (27), la falta de una sociedad en anestesiología hace que la enseñanza en ultrasonografía sea muy variable. (28) Actualmente el Consejo de Acreditación para la Educación Médica de Graduados actualizó recientemente los requisitos de su programa para los programas de residencia en anestesiología para establecer que los residentes de anestesiología deben estar capacitados en el uso de ultrasonido de superficie para evaluar "la función y la patología de los órganos en relación con la anestesia, los cuidados intensivos y la reanimación"

Los temas específicos enumerados en los requisitos actualizados del programa incluyen ultrasonido transtorácico para función cardíaca, ultrasonido pulmonar y evaluación hemodinámica. (29) En los últimos años su ampliación a la vena cava inferior, vejiga y el estómago (30). Así mismo, las pautas de la Sociedad Americana de Ecocardiografía respaldan el uso del índice de colapsabilidad en la evaluación del estado de la volemia (31).

Ferreira et al. informó un cambio de aproximadamente el 31% en el manejo de la anestesia cuando se utilizó el ultrasonido como herramienta de apoyo en el plan anestésico (32). Una limitación en el uso del ultrasonido es dependiente del operador. Sin embargo, un centro francés informó que los parámetros alta importancia en la práctica anestesiológica como la función ventricular izquierda, diámetro ventricular, presencia de derrame pericárdico y el diámetro de la vena cava inferior fueron evaluados adecuadamente por operadores que habían participado en un programa de aprendizaje de 12 horas (21). En nuestro estudio solo fue un operador quien previo al inicio de la recolección de pacientes realizó una serie de ultrasonidos de cava inferior supervisado por un miembro del equipo capacitado.

La hipotensión intraoperatoria es un efecto secundario frecuente de la anestesia. Bijker et al, encontraron 140 definiciones en la literatura, lo que resulta en diferentes incidencias reportadas de hipotensión. (4) En este trabajo se estableció una disminución una PAM menor de 65 mmHg como definición de hipotensión. Nuestro periodo de estudio fue desde la inducción hasta 15 minutos después de la intubación traqueal. La incidencia de hipotensión fue de 9.09%.

El uso del ultrasonido para evaluar la colapsabilidad de la VCI preoperatoriamente ayudaría a identificar aquellos pacientes que se beneficiarían de una optimización de su volemia para así disminuir el riesgo de desarrollar hipotensión y el consecuente daño por isquemia - reperfusión.

Una buena prueba diagnóstica es aquella que mejora nuestra sospecha sobre un diagnóstico particular sobre la sospecha basada en la prevalencia general de una enfermedad (es decir, la prueba previa a la prueba). Al respecto, se han creado reglas de predicción clínica para ayudar a los clínicos en la estimación de la probabilidad de que un paciente en particular tenga un evento (33). Hasta la fecha no se ha desarrollado alguna regla de predicción clínica para predecir hipotensión a través del ultrasonido de vena cava inferior y su índice de colapsabilidad.

En el presente estudio los pacientes fueron analizados sobre sus características clínicas. La edad en nuestro estudio no fue un predictor significativo en comparación a Reich et al, que en su estudio encontraron que la vejez es un predictor significativo de hipotensión después de la inducción (4). Esto puede deberse al tamaño de nuestra muestra. La clasificación ASA II fue en la mayoría de los pacientes que presentaron hipotensión correlacionado a sus comorbilidades. El peso y el índice de masa corporal también fueron mayores en el grupo de hipotensión, la hipertensión se presentó en 66% del grupo de pacientes que presentaron hipotensión, la dosis de fentanilo fue significativa con una desviación estándar 203.8 ± 24.6 probablemente correlacionado al mayor peso de los pacientes que presentaron hipotensión.

Nuestros resultados demuestran que el índice de colapsabilidad de la vena cava $>40\%$ predice la incidencia de hipotensión durante los primeros 15 minutos de la inducción anestésica con un alto grado de especificidad del 92.31% y baja sensibilidad 75% una limitante de este estudio es que esta sensibilidad y especificidad no se comparó con el Gold estándar. A comparación de Zhang et al. Describe que un IC $>43\%$ fue altamente predictivo con alta especificidad 91.7% y una sensibilidad de 78.6% de desarrollar hipotensión a la inducción (4). Sin embargo, existen diferencias importantes. Una proporción importante de sus pacientes procedían de una población quirúrgica cardíaca, lo que probablemente contribuyó a la elección del etomidato como anestésico intravenoso (21). A diferencia de nuestro estudio que se utilizó propofol por su uso cotidiano y sin contraindicaciones en nuestro tipo de población estudiada. Mueller et al. tuvo también demostró alta especificidad y moderada sensibilidad en su evaluación de ICVCI tomando como valor cohorte de $<40\%$ para predecir que no habrá respuesta a volumen. (21) Rossi et al. Demostró que ICVCI $< 43\%$ fue predictivo, con alta especificidad (92,9%) y moderada sensibilidad (62,5%), del menor riesgo de desarrollar un episodio de hipotensión post inducción (4). Los valores que indican alta colapsabilidad en pacientes normotensos o incluso hipertensos como un signo de depleción de volumen latente cuando la anestesia general y la consiguiente desactivación de los mecanismos compensatorios simpáticos pueden tener consecuencias importantes en la presión arterial post inducción (21).

Estos resultados demuestran que las variaciones en el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior, predicen la incidencia de hipotensión luego de la inducción anestésica con un alto grado de especificidad. Por lo cual las futuras investigaciones clínicas podrían encaminarse en la terapéutica con líquidos intravenosos, uso de fármacos inotrópicos o vasoconstrictores, con mayor atención cuando la medición ultrasonográfica del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior son predictores de la posibilidad de hipotensión post inducción.

XII Limitaciones.

Una de las principales limitaciones de este estudio es que el ultrasonido de la vena cava inferior es operador dependiente. Al ser un estudio de cohorte prospectivo la exposición puede estar relacionada con factores de confusión no conocidos y cegamiento no es siempre posible. Este tipo de estudio es muy valioso porque permite determinar con certeza la ocurrencia de la exposición y la incidencia del desenlace de interés, minimizando la probabilidad de sesgos de selección, confusión e información. (34)

La gran limitación se asocia con la calidad de la información recolectada, que como se sabe, representan fuentes de sesgos de información y memoria frecuentes sumando las limitaciones que se relacionan con el tiempo de exposición, su medición puede ser difícil y tal vez solo pueda realizarse una clasificación en grandes grupos, sin poder diferenciar los grados de exposición, generando así, errores de medición. En virtud de lo anteriormente señalado, es que los estudios de cohortes pueden generar diferente nivel de evidencia según sus características propias y según en qué tipo de escenario clínico se desarrolló la investigación para la que fueron utilizados. (35)

XIII Conclusión.

El colapso de la de la vena cava inferior es un predictor independiente de hipotensión posterior a la inducción anestésica en pacientes ASA I y ASA II sometidos a cirugía no cardíaca y ventilación mecánica. Otros predictores independientes asociados fueron el estado físico según la ASA, el IMC y dosis de fentanilo .

XIV Referencias.

Referencias

1. Ramos-De la Medina A, Torres-Cisneros JR. La cirugía como problema de salud pública en México y el concepto de cirugía global. *Cirujano General [Internet]*. 2020 y <http://dx.doi.org/10.35366/92713>, 42(1):57–60. Disponible en:.
2. Tu M-Y, Hong S, Lu J, Liu Y-H, Deng M. Effect of strict intraoperative blood pressure management strategy on postoperative acute kidney injury in non-cardiac surgery: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Int J Clin Pract [Internet]*. 2021 y 7.
3. Wesselink EM, Kappen TH, Torn HM, Slooter AJC, van Klei WA. Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review. *Br J Anaesth [Internet]*. 2018 y <http://dx.doi.org/10.1016/j.bja.2018>, 121(4):706–21. Disponible e.
4. Rossi MC, Pérez E, Montenegro S, Harvey G, Graziola E, Groisman I. Índice de colapsabilidad de la vena cava inferior como predictor de hipotensión intraoperatoria. *Rev chil anest [Internet]*. 2019 y [http://dx.doi.org/10.25237/48\(4\):344–51](http://dx.doi.org/10.25237/48(4):344-51). Disponible e.
5. Südfeld S, Brechnitz S, Wagner JY, Reese PC, Pinnschmidt HO, Reuter DA, et al. Post-induction hypotension and early intraoperative hypotension associated with general anaesthesia. *Br J Anaesth [Internet]*. 2017 y <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aax001>, 119(1):57–64. Disponible e.
6. Marik PE. Obituary: pulmonary artery catheter 1970 to 2013. *Ann Intensive Care [Internet]*. y <http://dx.doi.org/10.1186/2110-5820-3-38>, 3(1):38. Disponible en:.
7. Lennon M. Pulse Contour Analysis and Trans pulmonary Thermodilution. *Australasian Anaesthesia*. y 163–172.
8. Manuel Alberto GG, Rubén PNO, López EIZ, Sánchez Díaz JS, Diego EM, Tomás ED, et al. Invasive, minimally invasive and non-invasive hemodynamic monitoring in perioperative medicine. *J Anesth Crit Care [Internet]*. 2020 y <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-020-2811-1>, 12(1):7–19. Disponible e.
9. Tu M-Y, Hong S, Lu J, Liu Y-H, Deng M. Effect of strict intraoperative blood pressure management strategy on postoperative acute kidney injury in non-cardiac surgery: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Int J Clin Pract [Internet]*. 2021 y 7.
10. Bodson L, Vieillard-Baron A. Respiratory variation in inferior vena cava diameter: surrogate of central venous pressure or parameter of fluid responsiveness? Let the physiology reply. *Crit care*. 2012 y [nml.nih.gov, 16\(6\):181](http://dx.doi.org/10.1186/cc11616). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3411616/>.
11. Pérez Cateriano V, Hospital Alberto L. Barton Thompson. Lima, Perú, Pasco Ulloa JC, Hospital Alberto L. Barton Thompson. Lima, Perú. Descifrando la Vena Cava Inferior. *Horiz méd [Internet]*. 2018 y <http://dx.doi.org/10.24265/horiz>, 18(1):68–74. Disponible en:.
12. Kenny JE. Inspiratory collapse of the inferior vena cava: What is it telling us? *Critical Care, Infectious Disease and Sepsis, Radiology & Imaging Add a*

Comment. image. 2014. Disponible en: <https://pulmccm.org/critical-care-review/inspiratory-collapse-in>.

13. Kenny JE. That Fallible IVC. Cardiovascular Disease, Critical Care, Radiology & Imaging, Clinical Resources. Disponible en: <http://pulmccm.org/main/2016/cardiovascular-disease-review/that-fallible-ivc/>.

14. Carrillo ER et al. Precarga y respuesta a volumen mediante ultrasonografía de la vena cava Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int y 29(2):105-112.

15. 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 C.

16. Mahmood F, Matyal R, Skubas N, MontealegreGallegos M, Swaminathan M, Denault A, Sniecinski R, Mitchell JD, Taylor M, Haskins S, Shahul S, Oren-Grinberg A, Wouters P, Shook D, Reeves ST: Perioperative ultrasound training in anesthesiology: A call to action.

17. Zimmerman JM, Coker BJ: The Nuts and Bolts of Performing Focused Cardiovascular Ultrasound (FoCUS). Anesth Analg 2017 y 124:753–60.

18. Ramsingh D, Bronshteyn YS, Haskins S, Zimmerman J. Perioperative point-of-care ultrasound: From concept to application. Anesthesiology [Internet]. 2020 y <http://dx.doi.org/10.1097/ALN.0000000000003113>, 132(4):908–16. Disponible en:.

19. Zhang J, Critchley LAH. Inferior Vena Cava ultrasonography before general anesthesia can predict hypotension after induction. Anesthesiology. 2016 y 124(3):580–9.

20. 2015, Carrillo ER et al. Precarga y respuesta a volumen mediante ultrasonografía de la vena cava Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int y 29(2):105-112.

21. Szabó M, Bozó A, Darvas K, Horváth A, Iványi ZD. Role of inferior vena cava collapsibility index in the prediction of hypotension associated with general anesthesia: an observational study. BMC Anesthesiol. 2019 y 19(1):139.ç.

22. Mull HJ, Borzecki AM, Loveland S, Hickson K, Chen Q, MacDonald S, et al. Detecting adverse events in surgery: comparing events detected by the Veterans Health Administration Surgical Quality Improvement Program and the Patient Safety Indicators. Am J Surg.

23. Monk TG, Bronsert MR, Henderson WG, Mangione MP, Sum-Ping SJ, Bentt DR, et al. Association between intraoperative hypotension and hypertension and 30-day postoperative mortality in noncardiac surgery. Anesthesiology. 2015 y 123:307-319.

24. Walsh M, Devereaux PJ, Garg AX, Kurz A, Turan A, Rodseth RN, et al. Relationship between intraoperative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery toward an empirical definition of hypotension. Anesthesiology. 2013 y 119:507-515.

25. Van Waes JA, van Klei WA, Wijeyesundera DN, van Wolfswinkel L, Lindsay TF, Beattie WS. Association between intraoperative hypotension and myocardial injury after vascular surgery. Anesthesiology. 2016 y 124:35-44.

26. Assal SV, Schaubel DE, Fenton SSA. *Baseline comorbidity in kidney transplant recipients: a comparison of comorbidity indices. Am J Kidney Dis.* 2005 y 46:136-42.
27. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, Oropello J, Vieillard-Baron A, Axler O, Lichtenstein D, Maury E, Slama M, Vignon P: *American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on compet.*
28. *American Medical Association Policy: Privileging for ultrasound imaging, H-230.960, 1999. Available at: <https://policysearch.ama-assn.org/policyfinder/detail/Ultrasound%20imaging?uri=%2FAMADoc%2FHOD>. xml-0-1591.xml. Accessed January 1, 2020.*
29. *American Medical Association Policy: Privileging for ultrasound imaging, H-230.960, 1999. Available at: <https://policysearch.ama-assn.org/policyfinder/detail/Ultrasound%20imaging?uri=%2FAMADoc%2FHOD>. xml-0-1591.xml. Accessed January 1, 2020.*
30. *Accreditation Council for Graduate Medical Education Program Requirements for Graduate Medical Education in Anesthesiology, effective July 1, 2019. Available at: https://www.acgme.org/Portals/0/PFAAssets/ProgramRequirements/040_Anesthesiology_2019_TCC.pdf.*
31. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. *Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of.*
32. Ferreira Albuquerque Costa NT, Gomar Sancho C. *Ultrasonido perioperatorio aplicado al diagnóstico y toma de decisiones en anestesia. Minerva Anesthesiol.* 2018 y 107., 84:94–.
33. Sackett DL, Straus SE, Richardson WS, Rosenberg W, Haynes RB (eds). *Diagnóstico y cribado. En: Medicina basada en la evidencia: cómo enseñar y practicar la MBE. 2a ed. Edimburgo: Churchill-Livingstone y 67-93., 2000:.*
34. Quispe-Gutiérrez AM, Porta-Quinto T, Maita YA, Sedano CA. *Serie de Redacción Científica: Estudio de Cohortes. Rev Cuerpo Med HNAAA [Internet]. 2020 y <http://dx.doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2020.133.751>, 13(3):333–8. Disponible en:*
35. Salazar F. P, Manterola C, Quiroz S. G, García M. N, Otzen H. T, Mora V. M, et al. *Estudios de cohortes. 1a parte. Descripción, metodología y aplicaciones. Rev Cirugia [Internet]. 2019 y <http://dx.doi.org/10.35687/s2452-45492019005431>, 71(5). Disponible.*

XV ANEXOS

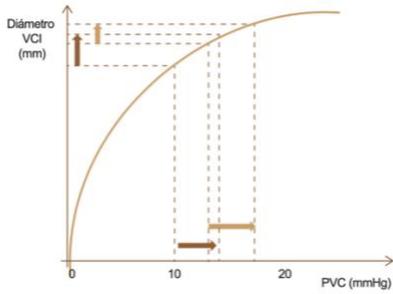


Figura 1. Relación entre el diámetro de la vena cava inferior y la presión venoso central. (11)

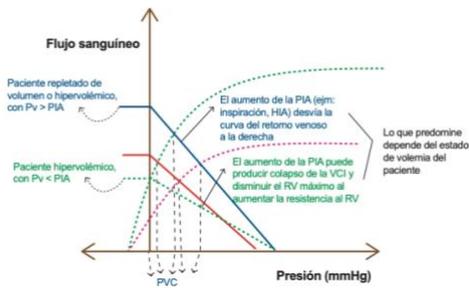


Figura 2. Diagrama de Guyton. (11)

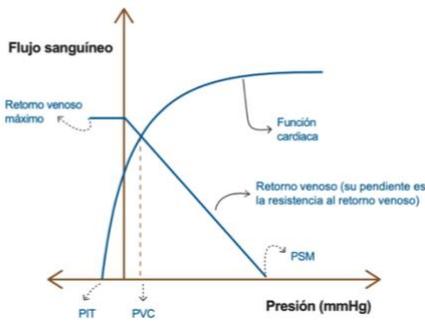


Figura 3. Intersección de las dos curvas, define el punto de funcionamiento cardiovascular. (11)

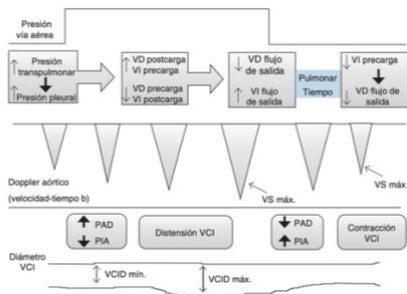


Figura 4. Cambios fisiológicos generados en el volumen sistólico y diámetro de la vena cava inferior durante la ventilación mecánica. (14).

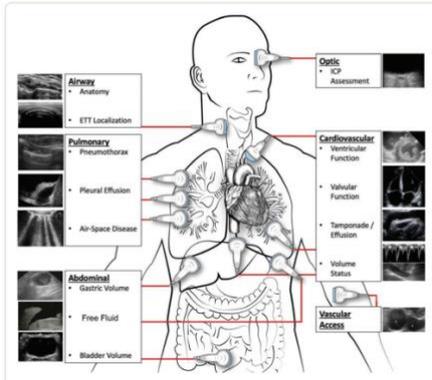


Figura 5. Exámenes de ultrasonido disponibles. (18)

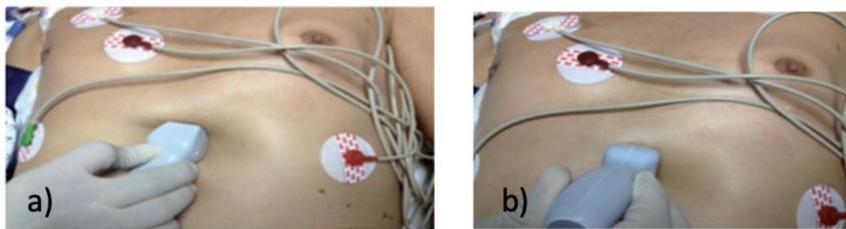


Figura 5. Técnica de USG de la vena cava inferior. Colocación de transductor sectorial en ventana xifoidea (a). rotación de transductor para visualizar VCI (b). (14) (20)



Figura 6. USG en modo 2D. anatomía ultrasonográfica de la vena cava inferior. (14)



Figura 7. USG de la vena cava inferior. dIVCi (diámetro inferior de vena cava inferior), dIVCe (diámetro de vena cava inferior máximo). (21)

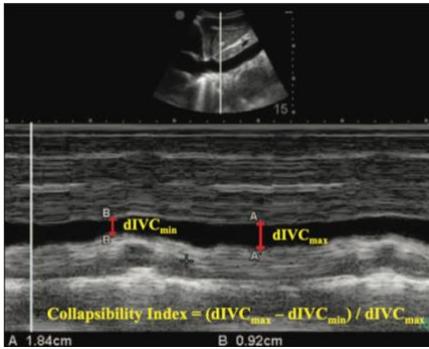


Figura 8. Medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior. (19)

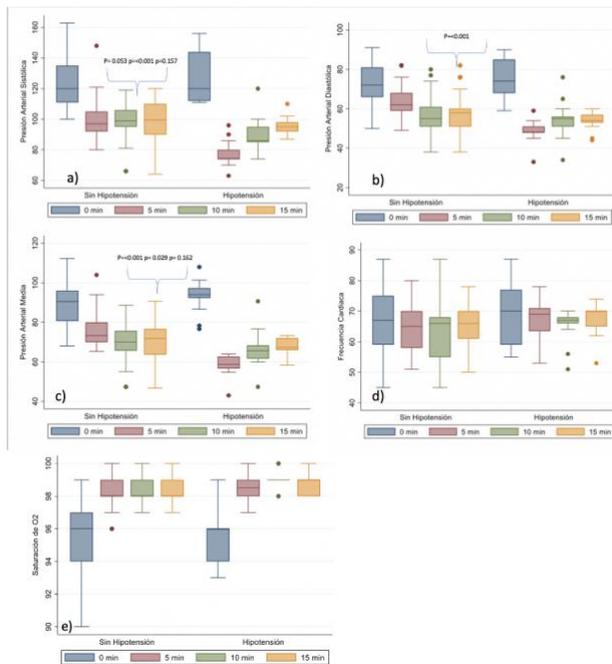


Figura 9. Gráfico de caja y bigotes que muestra la mediana y el rango intercuartil con barras de error de la presión sistólica a los 0, 5, 10 y 15 min (a). Diagrama de caja que muestra la mediana y el rango intercuartil con barras de error de la presión diastólica a los 0, 5, 10 y 15 min (b). Diagrama de caja que muestra la mediana y el rango intercuartil con barras de error de la presión arterial media a los 0, 5, 10 y 15 min (c). Diagrama de caja que muestra la mediana y el rango intercuartil con barras de error de la frecuencia cardiaca a los 0, 5, 10 y 15 min (d). Diagrama de caja que muestra la mediana y el rango intercuartil con barras de error de la saturación periférica de O2 a los 0, 5, 10 y 15 min (e) .

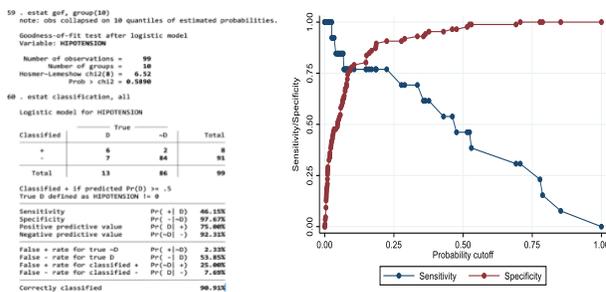


Figura 10. Curva de características operativas del receptor (ROC) de colapsabilidad de IVC para la predicción de hipotensión.

