



BUAP

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Medicina
UMAE Hospital de Especialidades de Puebla
Centro Médico Nacional "Gral. De Div. Manuel Ávila Camacho"

“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ÍNDICE DE ITV DEL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO COMO INDICADOR DE PRECARGA-DEPENDENCIA EN PACIENTES CON CHOQUE CIRCULATORIO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS”

Tesis para obtener el Diploma de Especialidad en:
Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Presenta:

Dr. Carlos Mitre López

Directores:

Dr. Arturo García Galicia

Dr. Filemón Ledezma Ruiz



REGISTRO NACIONAL R-2021-2101-089

H. Puebla de Zaragoza. Diciembre 2021



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 2101.
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MÉDICO NACIONAL GRAL. DIV. MANUEL AVILA CAMACHO

Registro COFEPRIS 17 CI 21 114 055
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 21 CEI 002 2018073

FECHA Lunes, 30 de agosto de 2021

M.C. Arturo García Galicia

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Sensibilidad y especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**.

Número de Registro Institucional

R-2021-2101-089

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dr. JOSE ALVARO PARRA SALAZAR

Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2101

Impreso

IMSS

REGISTRADO Y SUBORDINADO SERJAM



Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación **21018**
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL GRAL. DIV. MANUEL AVILA CAMACHO

Registro COFEPRUS 17 CI 21 114 055
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOÉTICA 21 CEI 002 2018073**

FECHA **Lunes, 30 de agosto de 2021**

M.C. Arturo García Galicia


PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Sensibilidad y especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional
Sin número de registro

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE


M.C. Georgina Guadalupe Quiroz Bayardo
Presidenta del Comité de Ética en Investigación No. 21018



GOBIERNO DE
MÉXICO

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE ATENCIÓN MÉDICA
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE
ALTA ESPECIALIDAD



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DE PUEBLA

PUEBLA, PUE., A 16 de Diciembre del 2021

AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD

LOS ASESORES: Dr. Arturo García Galicia
Dr. Filemón Lederma Ruiz

DE LA TESIS TITULADA: Sensibilidad y especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos.
REALIZADA POR EL MÉDICO RESIDENTE:

Carlos Mitre López
DE LA ESPECIALIDAD: Medicina del Enfermo en Estado Crítico.

HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTIFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO EN EL SIRELCS CON NÚMERO DE REGISTRO NACIONAL: R-2021-2101-089

AUTORIZAMOS SU IMPRESIÓN


(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

Dr. Arturo García Galicia
JEFE DE DIVISIÓN
DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
UNAS HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
Tel. 10579729

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)


Dr. Filemón Lederma Ruiz
MEDICINA CRÍTICA
UNAM



CARTA COMPROMISO

Puebla, Puebla, a 14 de Diciembre del 20 21.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
PRESENTE

El (la) suscrito (a) Carlos Mitre López, en mi calidad de estudiante y habiendo sido beneficiario de la residencia médica de Medicina del Enfermo en Estado Crítico de fecha Marzo 2020 - Febrero 2022 y estando cursando la (el) (maestría/doctorado/residencia) en UMAE HE Puebla, manifiesto bajo protesta de decir verdad que soy autor del trabajo de Tesis titulado Sensibilidad y especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos, el cual ha sido asesorado por el (los) doctores) Dr. Arturo García Galicia y Dr. Filemón Ledezma Ruiz en las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social. Por tanto, para fines de divulgación y publicación sobre la metodología, resultados y/o otra información desarrollada durante el proyecto, reconozco que deberé contar con la autorización escrita de todos los autores.

Asimismo, manifiesto que en caso de que el presente trabajo implique derechos de propiedad industrial e intelectual como resultado de su desarrollo, tomando en consideración que será producto de una investigación practicada en las instalaciones del Instituto y con pacientes, equipos, materiales y diversos instrumentos de su propiedad, se reconoce como legítimo propietario de dicha novedad al Instituto Mexicano del Seguro Social; en donde el suscrito participa en colaboración con mi (los) asesor (es), por lo que mi colaboración y derechos estará sujeta al porcentaje de autoría que corresponda a mi participación en relación con los demás autores en colaboración.

Atentamente

Carlos Mitre López

Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de tesis es el reflejo de aprendizaje, dedicación y constancia durante estos 12 años de formación como médico, en el cual me ha permitido aprovechar la experiencia, conocimiento, pasión de muchas personas. De igual forma agradecer a todas esas personas que me han acompañado en los momentos de angustia y felicidad durante esta etapa de mi vida y que deseo agradecer en este apartado.

En primer lugar, a Dios el que me ha guiado y dado fortaleza para continuar cuando he estado punto de caer en diferentes circunstancias, por ello con todo el amor y humildad, le agradezco.

A mi padre, Dr. Fidel Mitre de los Santos por demostrar día a día, el apoyo incondicional durante todos mis estudios, por ser un gran apoyo en el ámbito médico, y brindarme todo el conocimiento que ha adquirido durante años en esta maravillosa carrera, por admirarlo como un gran profesionalista y quien me inspiro desde la niñez, la pasión por la medicina.

A mi madre, Sra. Laura López Aguilar, quien ha sido el cimiento de la familia, quién nos ha mantenido unidos a pesar de distintas circunstancias, por demostrar que todo se puede en esta vida con constancia y disciplina. Por su tiempo, por sus consejos, regaños, respaldo, confianza, y sobre todo por su amor.

A mi hija, Abigail Mitre Mendoza, el motor de mi alma, el tesoro más preciado que tengo, la fuerza que me motiva a seguir día a día. Y por quien lucho cada día para ser una mejor persona.

A la Dra. Paloma Alanís Hernández, quien me ayudo, motivo, y alentó a seguir adelante en uno de los momentos más difíciles de mi vida, quien confió en mí, y sin dudarlo ni un segundo me extendió su mano en todo momento, quien admiro, como persona, madre y médico, gracias por ser mi amiga y confidente, con quien hoy día tenemos muchos proyectos de vida con nuestros 2 angelitos Abigail y Estefanía.

No puedo olvidar en mis agradecimientos a todos los médicos que fueron parte de mi formación desde el primer día de clases en la facultad hasta el día de hoy que culmina un segundo posgrado. A todos y cada uno de ellos, mi más grato agradecimiento.

Todo esto nunca hubiera sido posible sin el amparo incondicional que me otorgaron mis padres, hija y novia que de forma incondicional entendieron mis ausencias y mis malos momentos, que a pesar de la distancia siempre estuvieron a mi lado.

Las palabras nunca serán suficientes para testimoniar mi aprecio y agradecimiento.

A todos ustedes, mi mayor aprecio y gratitud.

Índice

1. RESUMEN	8
2. ANTECEDENTES	9
2.1 ANTECEDENTES GENERALES.....	9
2.2 ANTECEDENTES ESPECIFICOS.....	14
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
4. JUSTIFICACIÓN	27
5. OBETIVOS	28
6. MATERIAL Y METODOS	28
7. TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS	30
8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
9. RESULTADOS	34
10. DISCUSIÓN	38
11. CONCLUSIÓN	41
12. BIBLIOGRAFÍA	42
13. ANEXOS	45
Anexo 1. - CONSENTIMIENTO INFORMADO OFICIAL	45
Anexo 2: HOJA DE RECOLECCION DE DATOS	46
Anexo 3. Diagnóstico de choque circulatorio.	47
Anexo 4. Signos clínicos de hipoperfusión tisular.	47

1. RESUMEN

“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ÍNDICE DE ITV DEL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO COMO INDICADOR DE PRECARGA-DEPENDENCIA EN PACIENTES CON CHOQUE CIRCULATORIO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS”

Autores: García Galicia, A.* Ledezma Ruiz, F.** Mitre López, C.***

* Jefe de división de investigación en salud de UMAE HE CMN MAC

** Médico Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos de UMAE HE CMN MAC

*** Médico Residente de Segundo año de Medicina del Enfermo en Estado Crítico de UMAE HE CMN MAC

La reanimación adecuada con líquidos es un tema clave, ya que tanto la hipovolemia como la sobrecarga de líquidos se asocian con un resultado adverso en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Una respuesta positiva a la fluidoterapia (respuesta a los líquidos) se define como un aumento del 10-15% de volumen sistólico o gasto cardíaco inmediatamente después de 250 a 500 ml de infusión de líquidos. En la UCI, la ecocardiografía Doppler transtorácica (ETT) proporciona una estimación no invasiva del volumen sistólico mediante la medición integral tiempo velocidad (ITV). Se utiliza un aumento del 15% de ITV para definir a los que responden a los líquidos.

Objetivo: Evaluar la sensibilidad y especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Material y Métodos: Estudio comparativo, de proceso, observacional, transversal, homodémico, prospectivo, que se realizó en pacientes que ingresaron al servicio de UCI del CMN MAC del IMSS con choque circulatorio, durante el periodo comprendido de septiembre a noviembre de 2021 y que cumplieron con los criterios de inclusión; las variables que incluyeron fueron: sensibilidad, especificidad, ITV, VPP, edad, sexo, tipo de choque. Se utilizó estadística descriptiva, para las variables cualitativas, se utilizó frecuencias y porcentajes según corresponda y para las variables cuantitativas media, desviación estándar y análisis bivariado para las variables de interés. Para sensibilidad y especificidad se utilizó tablas de 2x2. Los datos fueron recolectados en formato Excel y posteriormente para su análisis con el programa SPSSv.23. Los resultados fueron presentados con tablas y gráficos.

Resultados: Se incluyeron 42 pacientes en el estudio, 52.4% fueron mujeres con una mayor prevalencia en el grupo de entre 60-69 años (29%). Se encontró que existe una correlación significativa entre ITV y VPP ($p < 0.0001$) y una sensibilidad de ITV de 89.5% y especificidad de 95.7%.

Conclusiones: Con base a los resultados obtenidos se puede determinar que la valoración de la Salida del Tracto del Ventrículo Izquierdo mediante el Índice integral tiempo velocidad ITV tiene una adecuada sensibilidad y especificidad para evaluar la precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio.

2. ANTECEDENTES

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

A nivel mundial en la UCI de los hospitales, la mortalidad es la mejor medida de evaluación. La tasa de mortalidad general de los pacientes que ingresan en las unidades de cuidados intensivos se encuentra entre 15 y 20%.⁽¹⁾ La efectividad asistencial en la UCI se evalúa habitualmente a través de la mortalidad hospitalaria ajustada a la gravedad clínica de los enfermos. Según los datos reflejados en el registro ENVIN-HELICS, en las UCI españolas ingresa un mayor porcentaje de pacientes con enfermedades clínicas 67.2 %, mientras que las causas quirúrgicas representaron el 32.8%.⁽²⁾ El porcentaje de pacientes que sobreviven tras recibir atención en la UCI corresponde a un indicador de eficiencia en la atención crítica. Las cifras del comportamiento de eventos atendidos y la consecuente sobrevida son fundamentales para determinar la efectividad de los tratamientos instaurados y la consecuente recuperación de los pacientes tras el alta, seguimiento hospitalario y domiciliario.⁽³⁾ Los cuidados críticos se caracterizan por una mayor inversión de tiempo, el uso de tecnología, la disposición de personal altamente calificado, la realización de procedimientos complejos, el uso de medicamentos e insumos de alto costo.⁽⁴⁾ De allí que es necesario realizar una evaluación adecuada de los pacientes para determinar su ingreso a UCI.⁽⁵⁾

Mortalidad en pacientes UCI

Los pacientes más graves de un hospital se encuentran en la UCI, la mortalidad es del 5-40%. La neumonía grave puede ocasionar la muerte hasta en un 40% por sí sola, pero si se agregan fallas orgánicas (p. ej., lesión renal, coagulopatía, etc.) la mortalidad incrementa de un 20% por cada sistema afectado hasta el 80% cuando fallan más de 4 sistemas orgánicos. Así mismo, la mortalidad puede incrementarse si el paciente tiene un padecimiento crónico de base, por ejemplo, en cáncer diseminado, se incrementa hasta en un 40%. La mortalidad en la UCI se ha asociado con la duración de la hospitalización, el estado clínico del paciente, la inmovilidad, la sedación, la enfermedad neurológica, la agitación, el coma, la intubación, la ventilación mecánica, el uso de

fármacos vasopresores, el índice glucémico, características sociodemográficas y delirio. La hospitalización prolongada en la UCI parece duplicar el riesgo de muerte. Sin embargo, alrededor del 47% de los pacientes de la UCI mueren dentro de las 48 horas posteriores al ingreso.⁽⁶⁾

A pesar de los avances médicos en el manejo de pacientes, la mortalidad en la unidad de cuidados intensivos (UCI) sigue siendo alta con grandes variaciones según la combinación de casos de pacientes y la organización de la atención. Los factores que conducen a la muerte probablemente difieran según el tiempo transcurrido desde la agresión inicial que motivó la admisión en la UCI. Las muertes tempranas que ocurren después de un paro cardíaco pueden ser el resultado de un choque refractario y una falla multiorgánica intratable, mientras que la encefalopatía postanóxica es responsable de la muerte tardía. De manera similar, en los pacientes con shock séptico, las causas de muerte cambian con el tiempo. El fallo multiorgánico representa la principal causa de muerte en la fase inicial de la sepsis. Más adelante, la muerte puede estar relacionada con decisiones sobre el final de la vida, infecciones adquiridas en la UCI, isquemia mesentérica o complicaciones relacionadas con la atención médica. En una población general de UCI, la mayoría de los pacientes presentan al menos una falla orgánica en el momento de la muerte.⁽⁷⁾

Definición de Choque

El choque es la expresión clínica de insuficiencia circulatoria que da como resultado una utilización inadecuada de oxígeno celular. El choque es una condición común en cuidados intensivos, que afecta aproximadamente a un tercio de los pacientes en la unidad de cuidados intensivos (UCI). El diagnóstico de choque se basa en signos clínicos, hemodinámicos y bioquímicos, que se pueden resumir en tres componentes. En primer lugar, suele haber hipotensión arterial sistémica, pero la magnitud de la hipotensión puede ser sólo moderada, especialmente en pacientes con hipertensión crónica. Por lo general, en los adultos, la presión arterial sistólica es inferior a 90 mmHg o la presión arterial media es inferior a 70 mm Hg, con taquicardia. En segundo lugar, existen signos clínicos de hipoperfusión tisular, que se manifiestan a través de las tres "ventanas" del

cuerpo: cutáneo (piel fría y húmeda, con vasoconstricción y cianosis, hallazgos que son más evidentes en estados de bajo flujo), renal (producción de orina de $<0,5$ ml por kilogramo de peso corporal por hora) y neurológico (estado mental alterado, que típicamente incluye obnubilación, desorientación y confusión). En tercer lugar, la hiperlactatemia suele estar presente, lo que indica un metabolismo celular del oxígeno anormal. El nivel normal de lactato en sangre es de aproximadamente 1 mmol por litro, pero el nivel aumenta ($> 1,5$ mmol por litro) en la insuficiencia circulatoria aguda.⁽⁸⁾

Terapéutica

Las decisiones de tratamiento en pacientes críticamente enfermos con shock circulatorio carecen de consenso. El choque circulatorio afecta aproximadamente a un tercio de los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Tradicionalmente, se han distinguido cuatro tipos de choque circulatorio por mecanismos fisiopatológicos, a saber, choque hipovolémico, cardiogénico, distributivo y obstructivo. Los pacientes críticamente enfermos presentan uno o una combinación de estos cuatro tipos de insuficiencia circulatoria. El tratamiento del choque circulatorio se basa en el inicio oportuno de una adecuada reanimación con líquidos combinado con el uso de medicación vasoactiva para restaurar la perfusión tisular. A pesar de estas medidas terapéuticas, el gasto cardíaco (GC) es a menudo inadecuado para suministrar suficiente oxígeno a los tejidos en pacientes con shock circulatorio. Los inotrópicos pueden mejorar el CO y la perfusión de órganos en pacientes con shock circulatorio.⁽⁹⁾

La administración de líquidos por vía intravenosa debe considerarse como cualquier otra prescripción farmacológica. Hay tres indicaciones principales: reanimación, reemplazo y mantenimiento. Entre los cristaloides, las soluciones balanceadas limitan las alteraciones ácido-base y la carga de cloruro y deben ser preferidas, ya que esto probablemente previene la disfunción renal. Entre los coloides, la albúmina, el único coloide natural disponible, puede tener efectos beneficiosos. La última década ha sido testigo de un creciente interés en los posibles daños relacionados con la sobrecarga de líquidos. Se han propuesto protocolos que incluyen una administración de líquidos continua restrictiva junto con la administración de bolo para lograr los objetivos

hemodinámicos. Se debe considerar un enfoque similar también para los pacientes críticamente enfermos, en quienes el aumento de la permeabilidad endotelial hace que esta estrategia sea más relevante. La prescripción de fluidoterapia es uno de los actos médicos más habituales en los pacientes hospitalizados, pero muchos de los aspectos de esta práctica son sorprendentemente complejos. Es hora de introducir la administración de líquidos en su UCI. Para evitar el daño inducido por los líquidos, recomendamos una evaluación cuidadosa de la solución elegida y un enfoque por fases para su administración, teniendo en cuenta el curso clínico de la enfermedad o el procedimiento quirúrgico. Los líquidos deben prescribirse con el mismo cuidado que cualquier otro medicamento y se debe hacer todo lo posible para evitar su administración innecesaria.⁽¹⁰⁾

Monitoreo hemodinámico

Las mediciones del gasto cardíaco (GC) se realizan con frecuencia en pacientes quirúrgicos y en estado crítico como parte de las estrategias de optimización. Desde la década de 1970, el uso de la arteria pulmonar o el catéter de Swan-Ganz junto con la técnica de termodilución intermitente basada en la ecuación de Stewart-Hamilton se ha considerado el estándar clínico en las mediciones de CO. Se ha investigado exhaustivamente en muchos entornos clínicos diferentes y ha demostrado una precisión de menos del 10% cuando se utiliza en investigaciones científicas.⁽¹¹⁾ La monitorización hemodinámica continua proporciona información no solo del GC (generalmente expresado en términos del índice de masa corporal, es decir como índice cardíaco (IC), sino de sus determinantes: precarga, contractilidad y poscarga. Todos los monitores aportan un conjunto mínimo básico de datos hemodinámicos que son la clave de su uso, tales como el GC e IC y los valores predictores de precarga, como la variabilidad de la presión de pulso (VPP) y variabilidad del volumen sistólico (VVS), que se expresan en porcentaje. El resto de parámetros relacionados con la contractilidad, el rendimiento cardíaco y las resistencias vasculares dependen de cada monitor y su interpretación es más controvertida.⁽¹²⁾

Su característica común es que necesitan de la canalización de una arteria periférica, habitualmente la radial. La mayoría de ellos se basa en el análisis del contorno de la onda de pulso según la fórmula enunciada por Otto Frank, mediante la cual se puede estimar el volumen sistólico (VS) a través del análisis de la porción sistólica de la curva de presión arterial. Los valores del GC se obtienen mediante el producto del VS por la frecuencia del pulso. La mayor parte proporcionan de forma continua variables de precarga, poscarga y contractilidad y además calculan la VPP o el VVS, lo que permite dirigir la fluidoterapia y analizar la respuesta al volumen.⁽¹²⁾

El intento de mejorar el manejo de los líquidos en pacientes críticamente enfermos ha llevado en los últimos años a un enfoque refinado, centrado en el estado volémico y la evaluación de la respuesta a los líquidos. Muchos estudios se han dirigido al paciente hemodinámicamente inestable y han evaluado diferentes métodos utilizados para predecir la respuesta a los líquidos. Se ha prestado menos atención al diagnóstico y manejo de la sobrecarga de líquidos, principalmente en pacientes con riesgo de disfunción orgánica.⁽¹³⁾

El ultrasonido se ha introducido en las últimas dos décadas como una herramienta para guiar la terapia para pacientes críticamente enfermos. La terapia de orientación para un paciente que se deteriora rápidamente sigue siendo un tema de interés en los cuidados intensivos. El ultrasonido se utiliza en muchos entornos de la medicina de cuidados intensivos para evaluar, diagnosticar y tratar enfermedades vasculares. El ultrasonido es esencial en la UCI para los procedimientos que se realizan con su guía para una atención del paciente más segura y eficiente. Las ventajas de esta técnica son que ofrece imágenes de forma inmediata, es portátil y no transporta energía ionizante; por tanto, las consecuencias de repetir la prueba son mínimas.⁽¹⁴⁾

2.2 ANTECEDENTES ESPECIFICOS

Fisiología del sistema cardiovascular

El objetivo fundamental del sistema cardiovascular es transportar fuentes de energía desde el intestino e hígado, y oxígeno desde los pulmones, a todos los órganos para su metabolismo. No menos importante, es la retirada de los productos de desecho del metabolismo y su conducción hacia pulmones, riñones e hígado para su excreción. La función sistólica del ventrículo izquierdo determina la eyección de sangre hacia la aorta. El factor central en esta eyección es la capacidad contráctil del sarcómero miocárdico para desarrollar fuerza y acortarse gracias a la formación de puentes entre los filamentos de actina y miosina y el deslizamiento de estos filamentos entre sí. Los cambios de precarga y poscarga ocurren permanentemente en diversas condiciones fisiológicas y patológicas, pudiendo enmascarar una disminución de la contractilidad, por ejemplo, en isquemia miocárdica o sobrecarga ventricular crónica (valvulopatía aórtica o mitral), manteniendo un volumen expulsivo normal por un aumento de precarga y/o una disminución de poscarga, demorando el diagnóstico del daño miocárdico y empeorando su pronóstico. La medición de la contractilidad permitiría tomar decisiones terapéuticas en forma precoz.⁽¹⁵⁾

Gasto cardiaco y determinaste del volumen sistólico

El gasto cardiaco se define como la cantidad de sangre expulsada por el corazón por minuto. Sin embargo, esta noción nos lleva más allá de comprender el fenómeno mecánico de bombeo de sangre desde el corazón a los tejidos. Implica un concepto de índole funcional, donde un gasto cardiaco “adecuado” constituye la capacidad de transporte y perfusión que permitan preservar las funciones de los distintos aparatos y sistemas del organismo. Este parámetro resulta de una variedad de factores dependientes e independientes del miocardio, con una gran cantidad de determinantes y variables que pueden alterar su valor con consecuencias obvias en la capacidad de perfusión.⁽¹⁶⁾ El Gasto Cardiaco (GC) podría definirse como el volumen de sangre eyectado desde el corazón cada minuto, y es un determinante fundamental del transporte de O₂ a los tejidos (DO₂). $GC \text{ (l/min)} = Fc \times VS$ donde, GC gasto cardiaco, es frecuencia

cardiaca y VS volumen sistólico. En un adulto normal de 70 Kg y en reposo, el GC es de aproximadamente 5-6 L/min (unos 0,07L x 70 lpm), pudiendo incrementarse a más de 30 l/min durante el ejercicio extremo. El GC aumenta en proporción al tamaño del individuo, por lo que habitualmente se presenta indexado según área de superficie corporal (Índice Cardíaco), y corresponde al gasto cardíaco por metro cuadrado de superficie corporal. Los valores normales se encuentran entre 2.6–3.2 L/min/m². Los principales tres determinantes del VS son: la precarga, la poscarga y la contractilidad. Precarga y contractilidad directamente relacionados con el VS, y la poscarga con una relación inversamente proporcional.⁽¹⁷⁾

Poscarga

La poscarga es la fuerza que se opone a la contracción miocárdica. Se ha estimado, con no demasiado acierto, a través de la presión diastólica de la raíz aórtica, de la presión arterial o de las resistencias vasculares periféricas (Presión arterial media/GC). Realmente correspondería al estrés (o tensión) encontradas por las miofibrillas del VI cuando se contraen contra el volumen al final de la diástole, justo antes de que se produzca el acortamiento. Dado que es complicado medir directamente las fuerzas ventriculares, se emplea una estimación de la poscarga como es la tensión ventricular.⁽¹⁷⁾

Contractilidad

La contractilidad se define como la capacidad intrínseca de la fibra miocárdica de acortarse independientemente de la precarga y de la poscarga. Por lo tanto, dadas unas condiciones determinadas de éstas últimas, la contractilidad reflejaría la influencia del resto de factores que afectan a la interacción entre las proteínas contráctiles. Se ve influida por las concentraciones de calcio intracelular, sistema nervioso autónomo, cambios humorales y agentes farmacológicos. A pesar de que todo el mundo tiene un concepto intuitivo de qué es contractilidad, la interrelación de todos los factores que la afectan dificulta la propuesta de una definición sencilla.⁽¹⁷⁾

Precarga

La precarga es el principal determinante de la presión ventricular al final de la diástole o presión de llenado. La precarga se ha descrito en la literatura y en los libros de texto

como tensión de las fibras miocárdicas al final de la diástole, longitud de las fibras miocárdicas al final de la diástole, volumen ventricular al final de la diástole, presión de llenado al final de la diástole. La precarga debería considerarse como una valoración semicuantitativa que engloba todos los factores que contribuyen al estrés (o tensión) pasivo de la pared ventricular al final de la diástole.⁽¹⁷⁾

Precarga-dependencia

Según la ley de Frank-Starling, existe una relación positiva entre la precarga y el volumen sistólico, de tal modo que, cuanto mayor es la precarga ventricular (y, por lo tanto, el grado de estiramiento de sus fibras miocárdicas), mayor es el volumen sistólico. Sin embargo, esta relación, como en la mayoría de los fenómenos fisiológicos de nuestro organismo, 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. Este comportamiento determina que, para que se produzca un aumento del volumen sistólico izquierdo, ambos ventrículos deben operar en la parte pendiente o zona de precarga-dependencia de la curva de Frank-Starling. En caso contrario, cualquier medida terapéutica dirigida a incrementar la precarga (como la administración de fluidos) ocasionará tan sólo un aumento de las presiones intracardiacas sin beneficio hemodinámico alguno.⁽¹⁸⁾

Curva de Frank-Starling en la práctica clínica

El gasto cardíaco producto del volumen sistólico y la frecuencia cardíaca, es un determinante importante del suministro de oxígeno. El volumen sistólico depende del volumen telediastólico ventricular (precarga). El desafío clínico es determinar si el corazón de un paciente individual está operando en la parte empinada o plana de la curva de Frank Starling. En el momento de la presentación, los pacientes hemodinámicamente inestables suelen ser hipovolémicos y, a menudo, responden a los líquidos intravenosos con un aumento del gasto cardíaco. Si los signos de hipoperfusión e hipotensión no se resuelven después de la reanimación inicial con líquidos, el médico debe decidir si más líquido intravenoso aumentará el gasto cardíaco o si se deben utilizar otras medidas (como vasopresores o inotrópicos) para estabilizar al paciente. Un enfoque que se usa

con frecuencia en la práctica clínica no es predecir la capacidad de respuesta, sino administrar empíricamente un bolo de líquido a todos los pacientes y evaluar el efecto sobre el gasto cardíaco u otros parámetros que reflejan la perfusión. Este enfoque es indiscriminado y subóptimo porque no todos los pacientes responderán a un bolo de líquido, y las pruebas repetidas de líquidos pueden resultar en una administración de líquidos considerable sin beneficio.⁽¹⁹⁾

Ventilación a presión positiva (VPP) e interacciones cardiopulmonares

Los cambios producidos en la presión intratorácica durante la ventilación van a afectar al desempeño cardíaco produciendo cambios en la precarga, poscarga y la contractibilidad, al afectar el tamaño y disposición de las cámaras cardíacas. El entender la interrelación entre los cambios de presión intratorácica y como esto afecta al desempeño cardíaco en situación normal y durante la ventilación mecánica invasiva (VM), nos permitirá modificar nuestras estrategias terapéuticas en determinadas situaciones fisiopatológicas, de tal manera de poder optimizar el gasto cardíaco y el manejo del paciente. Los sistemas cardiovascular y pulmonar funcionan en estrecha relación y los cambios en un sistema a menudo afectan al otro. Por lo tanto, los conceptos básicos de la mecánica pulmonar son relevantes para todos los proveedores cardiovasculares que atienden a pacientes sometidos a VPP. Los médicos que ejercen en la UCIC deben estar familiarizados con los efectos de la VPP en la fisiología cardiopulmonar para que el manejo del ventilador pueda adaptarse para optimizar la hemodinámica, la oxigenación y la ventilación.⁽²⁰⁾

Choque circulatorio en la UCI

Se define choque circulatorio como un síndrome precipitado por un colapso sistémico de la perfusión, que resulta en hipoxia celular generalizada y disfunción orgánica múltiple. Este se clasifica en hipovolémico, obstructivo, cardiogénico y distributivo. El tratamiento para cada uno de ellos es específico de la causa que lo precipitó; sin embargo, el punto en el cual coinciden los manejos es la infusión de líquidos. Cabe mencionar que administrar una cantidad inadecuada, ya sea por déficit o exceso, tiene efectos deletéreos en el paciente, por lo que es de suma importancia conocer los principios a seguir para guiar la administración de soluciones.⁽²¹⁾

Reanimación Hídrica en UCI

El objetivo principal de la administración de líquidos es aumentar el gasto cardíaco y, por lo tanto, el suministro de oxígeno mediante la relación de Frank-Starling, que relaciona el volumen sistólico (o gasto cardíaco) con el volumen de llenado cardíaco .. Un desafío de fluidos es la forma más segura de administrar fluidos cuando consideramos que pueden ser beneficiosos, pero no estamos seguros de que serán bien tolerados. Como describieron inicialmente Weil y Henning, el principio de la técnica de provocación con líquidos es administrar un bolo de líquido intravenoso en condiciones estrictamente controladas y evaluar la respuesta hemodinámica del paciente. Por tanto, la técnica de prueba de fluidos evalúa el equilibrio entre el beneficio (aumento del suministro de oxígeno a los tejidos) y el riesgo (aumento de la formación de edemas). Si no hay beneficio clínico (es decir, no aumenta el gasto cardíaco), la administración de líquidos debe interrumpirse rápidamente. Si hay un aumento modesto del gasto cardíaco, se debe estimar el grado de aumento simultáneo de la presión de llenado cardíaco (a menudo estimado utilizando la presión venosa central [PVC]). Si se estima que las presiones de llenado cardíaco son bajas, el riesgo de formación de edema es limitado, por lo que puede que no sea necesario un protocolo estricto de fluidos. En otras condiciones, donde la función pulmonar puede deteriorarse (p. Ej., Síndrome de dificultad respiratoria aguda [SDRA] o shock cardiogénico), un protocolo de prueba de fluidos se vuelve indispensable.⁽²²⁾

En pacientes con insuficiencia circulatoria aguda, la decisión de administrar o no líquidos no debe tomarse a la ligera. Se ha establecido claramente el riesgo de una administración excesiva de líquidos. Además, la expansión de volumen no siempre aumenta el gasto cardíaco como se espera. Por lo tanto, después de la fase inicial y / o si las pérdidas de fluidos no son obvias, predecir la capacidad de respuesta de los fluidos debe ser el primer paso de la estrategia de fluidos. Para ello, la presión venosa central y otros marcadores de precarga "estáticos" se han utilizado durante décadas, pero no son fiables. Hay pruebas contundentes que sugieren que este uso tradicional debería abandonarse. Durante los últimos 15 años, se han desarrollado una serie de pruebas dinámicas. Estas pruebas se basan en el principio de inducir cambios a corto plazo en la precarga cardíaca, utilizando interacciones corazón-pulmón.⁽²³⁾ Como ha quedado claro

que los pacientes con insuficiencia circulatoria responden de manera inconstante a la expansión de volumen aumentando el gasto cardíaco, se ha excavado toda una serie de investigación en cuidados intensivos para desarrollar pruebas que predigan la "capacidad de respuesta a los líquidos". Esto se ha visto reforzada en gran medida por la creciente evidencia de que la sobrecarga de líquidos es perjudicial en pacientes críticamente enfermos.⁽²⁴⁾

La capacidad de respuesta a los fluidos se define convencionalmente como un aumento de al menos un 10% a un 15% en la VS en respuesta a un desafío de fluidos, que es un reflejo de los límites de precisión de la tecnología utilizada. Los pacientes que alcanzan este umbral se consideran "respondedores líquidos". Los estudios clínicos han demostrado que aproximadamente el 50% de los pacientes críticamente enfermos que se considera que tienen un CO inadecuado responden a los líquidos. Sin embargo, la capacidad de respuesta a los fluidos no es una condición binaria ni estática, porque depende de la interacción dinámica entre el volumen intravascular, el tono vascular y la función ventricular. Además, la capacidad de respuesta a los fluidos también puede depender de las particularidades del desafío de fluidos, incluido el tipo y volumen de fluido, así como la velocidad de administración.⁽²⁵⁾

Predicción de la respuesta a líquidos en pacientes ventilados

Los marcadores estáticos de precarga cardíaca no pueden predecir de manera confiable la capacidad de respuesta a los líquidos, aunque se han utilizado durante décadas. Para abordar este asunto, se han desarrollado algunas pruebas dinámicas en los últimos años. Todas estas pruebas consisten en medir los cambios en el gasto cardíaco en respuesta a los cambios transitorios en la precarga cardíaca que inducen. La mayoría de estas pruebas se basan en las interacciones corazón-pulmón.⁽²⁶⁾

Las variaciones respiratorias de la presión del pulso o del volumen sistólico fueron descritas en primer lugar, seguidas de las variaciones respiratorias del diámetro de la vena cava o del diámetro de la vena yugular interna. Sin embargo, todas estas pruebas son confiables solo bajo condiciones estrictas que limitan su uso en muchas situaciones clínicas. Otras pruebas, como la elevación pasiva de la pierna o la oclusión al final de la espiración, actúan como un desafío de volumen interno. Para predecir de manera

confiable la capacidad de respuesta de los fluidos, los médicos deben elegir entre estas diferentes pruebas dinámicas, dependiendo de sus respectivas limitaciones y de la técnica de monitorización del gasto cardíaco que se utilice. Las pruebas dinámicas son mejores para este propósito que los marcadores estáticos de precarga cardíaca. La mayoría de los índices dinámicos se basan en interacciones corazón-pulmón y comparten limitaciones importantes. No obstante, debe tenerse en cuenta que la decisión de administración de líquidos no solo debe basarse en la presencia de sensibilidad a los líquidos, sino también en la presencia de signos de hipoxia tisular y en la evaluación individual de la relación beneficio / riesgo de los líquidos.⁽²⁶⁾

Variaciones respiratorias de la presión del pulso y del volumen sistólico

En la ventilación mecánica controlada, la variación de la presión del pulso (VPP) y la variación del volumen sistólico (VVS) se utilizan ampliamente para predecir la capacidad de respuesta a los fluidos, en particular en los entornos de la sala de operaciones, donde su valor predictivo es aceptable.

Un metanálisis que incluye ECA que comparan la atención estándar con la evaluación dinámica de la capacidad de respuesta a los líquidos (usando SVV o PPV) durante el manejo perioperatorio mostró mejores resultados posoperatorios. Sin embargo, una interpretación de VPP o VVS no es confiable en casos de respiración espontánea, arritmias cardíacas y dudosas en casos de VT baja, distensibilidad pulmonar baja e IAH, todas las condiciones comúnmente observadas en pacientes de UCI. Se han desarrollado otras pruebas que utilizan interacciones corazón-pulmón para superar algunas de estas limitaciones.⁽²⁷⁾

Desafío de volumen corriente

La prueba de volumen corriente (TVC) se propuso recientemente para superar la limitación de la VPP y la VVS en el caso de ventilación con VT baja (6 ml / kg). Esta prueba consiste en aumentar transitoriamente el VT de 6 a 8 ml / kg durante 1 min. Un estudio piloto mostró que un aumento en el valor absoluto de VPP al menos 3.5% o SVV al menos 2.5% durante un TVC predijo de manera confiable la respuesta al líquido en casos de ventilación con VT baja.⁽²⁷⁾

Levantamiento pasivo de piernas

La PLR (maniobra pasiva de elevación de las piernas) moviliza en promedio 300ml de sangre de los miembros inferiores y podría movilizar un poco más de sangre si se inicia en posición semisentado, dado que moviliza sangre del compartimento abdominal. El aumento de volumen en pacientes dependientes de precarga, lleva a aumento del VS. Estos cambios son reversibles y rápidos. Se requiere de métodos de medición del GC o del VS rápidos, por lo que el método de termodilución no es aplicable, aun en su modo automático y semicontinuo puesto que estos métodos requieren al menos 10 minutos para detectar cambios en el GC. Hay diferentes formas de determinar la respuesta a esta prueba, como aumento del flujo sanguíneo aórtico mediante Doppler esofágico, cambio de presión de pulso, ITV (integral tiempo velocidad), GC (mediante ecocardiograma transesofágico o ecocardiograma transtorácico) y VS, (ETE, ETT o vigileo).⁽²⁸⁾

Para realizarlo es necesario primero hacer una medición basal del VL mediante ecocardiografía con la cabecera de la cama a 45° respecto de las piernas. A continuación, se procede al descenso de la cabecera y la elevación de las piernas a 45° grados. Tras 60-120s en esta posición, se repite la medición del VL. Un aumento del VL >12% predice con una alta fiabilidad la respuesta positiva los líquidos. Es conveniente verificar la respuesta con una nueva medición del VL tras la expansión.^(29, 30) Un metanálisis muestra que la prueba PLR es precisa para predecir la capacidad de respuesta a los líquidos en la unidad de cuidados intensivos. Su precisión es mejor cuando sus efectos hemodinámicos se evalúan mediante una medición directa de CO que mediante la PP arterial.⁽²⁹⁾

El manejo óptimo de líquidos en el paciente con enfermedad aguda sigue siendo un desafío. Aunque la administración de líquidos inicialmente puede parecer simple, en realidad es bastante compleja y depende de la fisiopatología subyacente a la inestabilidad hemodinámica. Los líquidos intravenosos deben tratarse y prescribirse como medicamentos, con el tipo y la dosis adaptados a las necesidades y tolerancia continuas de cada paciente ⁽³⁰⁾

Ecografía y reanimación hídrica

Con la difusión de la ecocardiografía de cuidados intensivos, se han propuesto varios índices ecocardiográficos de respuesta a líquidos en pacientes con ventilación mecánica. Alternativamente, usamos PLR de forma rutinaria para imitar la carga de líquido, porque se ha demostrado que esta maniobra induce un desplazamiento de sangre venosa reversible desde las piernas y el reservorio esplácnico al compartimento torácico, lo que permite una identificación precisa de la capacidad de respuesta a los líquidos en los pacientes de la UCI. Al final del primer minuto de PLR, los pacientes se clasificaron como respondedores a líquidos cuando la integral de velocidad-tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo aumentó en al menos un 10% en comparación con el valor inicial. Este lapso de tiempo corresponde al cambio máximo en el gasto cardíaco después de una prueba de líquido y a la maniobra PLR previamente validada.⁽³¹⁾

La ecocardiografía proporciona mucha más información sobre las causas del shock que solo la RF y se considera cada vez más la herramienta de monitorización de primera línea de elección en pacientes con compromiso hemodinámico. Se pueden evaluar tanto los parámetros estáticos como los dinámicos para construir una imagen del estado circulatorio. La ecocardiografía evita la necesidad de sondas y líneas invasivas. Aunque adolece de sus propias limitaciones, no es invasivo y también proporciona una gran cantidad de información cualitativa además de la evaluación cuantitativa para una evaluación precisa del volumen circulante. Puede usarse para evaluar el efecto de un desafío de fluidos. Suele aclarar la causa, ya sea isquemia cardíaca, miocardiopatía, valvulopatía aguda, taponamiento, embolia pulmonar significativa, patología de la raíz aórtica o choque distributivo.⁽³²⁾

El volumen sistólico (VS) y el gasto cardíaco (GC) son parámetros hemodinámicos básicos que ayudan a dirigir la perfusión de órganos y el suministro de oxígeno en pacientes críticamente enfermos con inestabilidad hemodinámica. Si bien existen varios métodos para obtener estos datos, el uso de la ecocardiografía transtorácica (ETT) está ganando aceptación entre los intensivistas y médicos de urgencias. Con la ETT, el VS generalmente se obtiene como el producto del área de sección transversal del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) por la integral de velocidad-tiempo del TSVI

(TSVI); el CO resulta como el producto del SV y la frecuencia cardíaca (FC). Dado que el CSA del TSVI es constante, cualquier cambio en el SV y el CO depende en gran medida de las variaciones en el ITV del TSVI; el HR también contribuye al CO.⁽³³⁾

Por lo tanto, el LVOT ITV ayuda a monitorear el SV sin la necesidad de calcular el CSA del TSVI; la distancia minuto (es decir, SV × FC) ayuda a controlar el GC. Este enfoque es útil para la evaluación continua del estado del GC y la respuesta del paciente a las intervenciones, como las pruebas de fluidos o la estimulación inotrópica.⁽³³⁾

La ETT muestra claras ventajas en comparación con otros métodos de monitorización de la VS y el CO, destacando su no invasividad, bajos costes, aplicación a pie de cama, evitación de radiaciones ionizantes, repetibilidad y amplia disponibilidad. Además, la ETT ofrece la posibilidad de relacionar el estado de SV o CO con su factor causal, por ejemplo, hipovolemia, disfunción cardíaca, taponamiento cardíaco, cor pulmonale agudo y / o circulación vasodilatada.⁽³³⁾

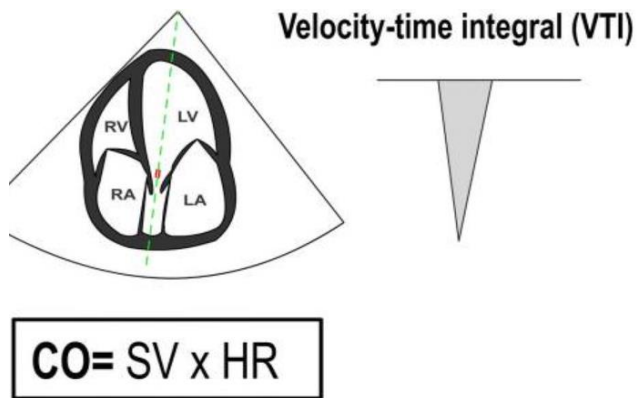


Fig 1. Esquema del cálculo del volumen sistólico y el gasto cardíaco mediante ecocardiografía transtorácica. Blanco P. Rationale for using the velocity-time integral and the minute distance for assessing the stroke volume and cardiac output in point-of-care settings. Ultrasound J. 2020 Apr 21;12(1):21.

Como regla general, un aumento > 15% en la ITV después de un tratamiento indica una respuesta concreta a esta terapia o, por el contrario, su inutilidad en caso de que la ITV no cambie en consecuencia. Finalmente, un problema común para la determinación precisa de la ITV es la presencia de arritmias, especialmente fibrilación auricular y extrasístoles frecuentes, ya que diferentes tiempos de llenado dan como resultado una variabilidad de la ITV latido a latido. En estos casos, se recomienda promediar al menos cinco ITV para obtener un valor de ITV más preciso. Todos estos datos indican que el

LVOT ITV es un parámetro factible y confiable para evaluar a los pacientes con compromiso hemodinámico en la UCI o el departamento de emergencias.⁽³³⁾

Una respuesta positiva a la fluidoterapia (respuesta a los líquidos) se define como un aumento del 10-15% de SV o CO inmediatamente después de 250 a 500 ml de infusión de líquidos. En la UCI, la ecocardiografía Doppler transtorácica (ETT) proporciona una estimación no invasiva de la VS mediante la medición de la integral de tiempo de velocidad (IVT) del flujo sanguíneo subaórtico. Se utiliza un aumento del 15% de ITV para definir a los que responden a los líquidos. Sin embargo, las directrices sobre monitorización hemodinámica y un informe reciente consideran que la ETT es tan fiable como la termodilución para evaluar el CO.⁽³⁴⁾

Mortalidad por sobrecarga hídrica

La administración de líquidos durante la reanimación hemodinámica inicial sigue siendo un desafío terapéutico importante. Nos enfrentamos a muchas preguntas abiertas con respecto al tipo, la dosis y el momento de la administración de líquidos por vía intravenosa. Solo hay cuatro indicaciones principales para la administración de líquidos por vía intravenosa: además de la reanimación, los líquidos por vía intravenosa tienen muchos otros usos, incluido el mantenimiento y la reposición del agua corporal total y los electrolitos, como portadores de medicamentos y para la nutrición parenteral.⁽³⁵⁾ Es importante administrar el volumen de líquido óptimo, porque la reanimación con líquidos excesivamente entusiasta puede precipitar la insuficiencia multiorgánica y prolongar la ventilación mecánica y empeoran los resultados de los pacientes. Después de la reanimación inicial, la administración adicional de líquidos debe determinarse por factores individuales del paciente y medidas de respuesta a los líquidos.⁽³⁶⁾ La sobrecarga de líquido iatrogénico es un efecto secundario potencial de la fluidoterapia intravenosa en el hospital. Se ha prestado poca atención a la administración de sodio como una causa separada de daño. Las cargas de sodio causadas por los fluidos de mantenimiento isotónicos y el deslizamiento de los fluidos son responsables de un descarrilamiento adicional y evitable del equilibrio hídrico, con presuntas consecuencias clínicas. Además, el manejo de la sobrecarga de sodio se caracteriza por un mayor catabolismo.⁽³⁷⁾

La hiperlactatemia persistente se ha considerado como una señal de hipoperfusión tisular en pacientes con shock séptico, pero podrían estar involucrados múltiples mecanismos patogénicos no relacionados con la hipoperfusión. Por lo tanto, la búsqueda de la normalización del lactato puede conducir al riesgo de sobrecarga de líquidos. La perfusión periférica, evaluada por el tiempo de llenado capilar (TRC), podría ser un objetivo de reanimación alternativo eficaz, como lo demostró recientemente el ensayo ANDROMEDA-SHOCK.⁽³⁸⁾

Si bien la terapia con líquidos es la piedra angular tradicional de la prevención y el tratamiento de la LRA, los pacientes con LRA también son especialmente propensos a desarrollar una sobrecarga de líquidos.

Esta sobrecarga de líquidos se asocia con un aumento de la mortalidad y la progresión de la IRA. Un enfoque de manejo de líquidos más restrictivo entre los pacientes con LRA adecuadamente reanimados podría mejorar los resultados al reducir la congestión y mejorar la función renal y de otros órganos. En particular, un ensayo de viabilidad en pacientes con shock séptico que comparó la reanimación con líquidos restrictivos con la atención habitual informó un menor riesgo de empeoramiento de la LRA en el grupo restrictivo.⁽³⁹⁾

La disfunción circulatoria aguda puede ocurrir en todos los entornos hospitalarios (UCI, servicio de urgencias, salas generales). En consecuencia, la reanimación con líquidos suele iniciarse fuera de las UCI y la calidad del tratamiento inicial puede afectar el pronóstico del paciente. Sin embargo, hay escasez de datos con respecto al mejor manejo de líquidos en entornos previos a la UCI, y hay una heterogeneidad significativa en la práctica clínica de la administración de líquido.⁽⁴⁰⁾

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La respuesta a volumen es uno de los principales retos a los que se enfrenta el médico clínico, se puede realizar de manera invasiva a través de VSS (variabilidad de volumen sistólico) y VPP (variabilidad de presión de pulso); sin embargo, existen complicaciones raras, pero potencialmente graves. Por otro lado, existen métodos no invasivos para evaluar la respuesta a fluidos. Uno de ellos es la ecocardiografía que es ideal para guiar la reanimación con líquidos en pacientes críticamente enfermos. Se puede utilizar para evaluar la capacidad de respuesta a los líquidos observando el ventrículo izquierdo, el flujo de salida aórtico, la vena cava inferior y el ventrículo derecho.

En la UCI, la ecocardiografía Doppler transtorácica (ETT) proporciona una estimación no invasiva del volumen sistólico mediante la medición del integral tiempo velocidad (ITV). Se utiliza un aumento del 15% de ITV para definir a los pacientes que responden a administración de líquidos.

Dado que hasta el momento no se cuenta con estudios previos similares, se pretende conocer la relación del ITV como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio, esto ayudara a buscar estrategias y orientar a la terapéutica hídrica. Además de reducir las complicaciones asociadas a la sobrecarga hídrica durante la atención de pacientes con este protocolo.

Dado lo anterior expuesto nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la sensibilidad y especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos?

4. JUSTIFICACIÓN

Debido a que el choque se considera como causas principales de morbilidad y mortalidad en pacientes admitidos a una (UCI), es necesario estandarizar el tratamiento para mejorar la calidad de la atención y sobrevivencia de los pacientes.

El fundamento básico de la terapia hídrica es aumentar el gasto cardiaco, mejorar la perfusión y la oxigenación tisular para garantizar el adecuado funcionamiento de órganos. La cantidad de líquidos administrada es esencial para el pronóstico. Hoy se conocen, por múltiples estudios, los efectos adversos atribuidos a la sobrecarga hídrica, a las soluciones ricas en cloro y al impacto que tienen en los costos hospitalarios, la morbilidad y la mortalidad global.

En la UCI aproximadamente 40% de pacientes llegan a tener disfunción ventricular y por lo tanto sólo de 40 al 72% responden a un reto de fluidos con aumento del volumen sistólico y gasto cardiaco. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de predecir factores que influyan en la respuesta a un reto de fluidos para seleccionar a los pacientes que se pueden beneficiar de aquéllos en los que el volumen puede ser deletéreo.

La ecocardiografía a pie de cama ha sido aceptada como herramienta de monitorización hemodinámica para la estimación de la precarga y de la volemia del paciente inestable. Su carácter no invasivo hace de la ecografía sea un método ideal para el paciente crítico en diferentes situaciones clínicas por lo que el objetivo de nuestro estudio es investigar la intercambiabilidad del monitoreo no invasivo.

La UMAE Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional “Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho” cuenta con personal en el área de UCI para la atención del paciente con choque circulatorio y además se cuenta con una gran población que requiere atención en áreas críticas con detección oportuna. Este trabajo servirá de tesis para obtener la especialidad en Medicina del Enfermo en Estado Crítico.

5. OBJETIVOS

Dentro de los objetivos generales fue evaluar la sensibilidad y la especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Los objetivos específicos fueron evaluar la sensibilidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio, determinar la especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio, identificar las características epidemiológicas como edad, sexo de los pacientes estudiados con choque circulatorio, clasificar el tipo del choque circulatorio que presentan los pacientes estudiados y por ultimo comparar el ITV vs VPP como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio.

6. MATERIAL Y METODOS

Se realizó un estudio comparativo, de proceso, observacional, transversal, homodémico, prospectivo, este estudio se llevó a cabo en la Unidad de Cuidados Intensivos del HE CMN MAC”, IMSS durante el periodo de septiembre a noviembre del 2021, en el cual se realizó en pacientes derechohabientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos del HE CMN MAC”, IMSS, ubicado en la ciudad de Puebla. Se seleccionaron a los pacientes que cumplieron con los criterios de selección y una vez obtenidos los resultados se realizaron los análisis estadísticos, así como análisis de resultados, discusión y conclusiones.

Se incluyeron a todos los pacientes que reunieron los criterios de selección, los cuales fueron derechohabientes mayores de 18 años con diagnóstico de choque circulatorio, bajo ventilación mecánica invasiva que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos del HE CMN MAC”, IMSS.

Dentro de la selección de muestra, los criterios de inclusión fueron; derecho habiente del IMSS y adscritos al CMN MAC, pacientes mayores de 18 años que ingresaron a la UCI con choque circulatorio, entendido como aquél que cumpla al menos 2 de los siguientes requisitos:

1. TAS <90 mmHg o TAM <70 mmHg o con requerimiento de aminos.
2. Signos clínicos de hipoperfusión (cutáneo, neurológico y renal), (ver anexos).
3. Lactato >1.5 mmol/L (9).

De igual forma paciente que se encontraron en la UCI con ventilación mecánica asisto-controlada, ambos sexos, que hayan sido ingresados a la UCI durante el periodo de estudio y firmaron consentimiento informado (familiar).

Los criterios de exclusión fueron; cirugía de corazón abierto, ventilación espontánea, volumen tidal <6 y >8 ml/kg, PEEP > 10 cmH₂O Y Cts < 30ml/cm H₂O, valvulopatía mitral y aortica grave, arritmias no sinusales, FC mayor de 120 lpm, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y síndrome compartimental abdominal. Y por último los criterios de eliminación fueron los siguientes; muerte antes de completar la información, poca ecogenicidad (evaluada por realizador de ecocardiograma) y traslado de paciente a otra unidad.

Dentro del diseño y tipo de muestreo se realizó un muestreo consecutivo no probabilístico donde se incluyeron a todos los pacientes críticos que se ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos del HE CMN MAC", IMSS a conveniencia y limitada por tiempo por lo que utilizó la fórmula de Freeman. Dentro de las variables y escalas de medición fueron las siguientes; Variables independientes: ITV, VPP, variables dependientes: sensibilidad, especificidad y por último variables demográficas: edad, sexo, tipo de choque.

7. TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS

En el presente estudio se incluyeron los pacientes que tuvieron inestabilidad hemodinámica y que se encuentran registrados en las hojas de censo diario del servicio de UCI y que fueron atendidos en el Hospital de Especialidades Puebla durante el periodo de estudio. Quedaron excluido cualquier tipo de paciente sin ventilación mecánica. La información de este trabajo fue obtenida del expediente clínico ya sea en físico o en electrónico y las variables de estudio fueron vertidas en el instrumento de recolección de datos (Anexo 2), solo se incluyeron aquellos pacientes que contaron con expediente completo. Las variables del estudio fueron sensibilidad, especificidad, edad, sexo, ITV, VPP, tipo de choque, Los datos fueron recolectados en formato Excel y posteriormente para su análisis con el programa SPSSv.23. Los resultados fueron presentados con tablas y gráficos.

La ecografía se realizó por los médicos residentes quien fueron supervisados por el medico adscrito en turno, previa capacitación ecocardiográfica impartida por medico intensivista con alta especialidad en cuidados críticos cardiovasculares, con el objetivo mejorar la efectividad, utilidad clínica y eficiencia de la ultrasonografía en la unidad de cuidados intensivos.

TECNICA DE MEDICION DE ITV

En la UCI contamos con ecocardiógrafo Doppler transtorácica (ETT) marca Aloka modelo Dyna View II SSD-1700 con hardware para cardiología que proporciona una estimación mediante la medición del integral tiempo velocidad (ITV). Se han descrito varios métodos para medir el ITV pero el más aceptado y fácilmente aplicable en la práctica es utilizar la velocidad del flujo combinando ecocardiografía bidimensional transtorácica y Doppler de onda pulsada.

1. Obtenga una vista apical de cinco cámaras del corazón.
2. Con Doppler pulsado coloque el volumen muestra (ancho, 2-4 mm) en el TSVI, justo debajo de la válvula aórtica.

3. Registre la velocidad del flujo sanguíneo en el TSVI, congele el registro y trace el envolvente de velocidades máximas. La máquina calcula la integral de velocidad aórtica-tiempo (VTI, cm), que representa el desplazamiento de los glóbulos rojos durante la sístole.

4. Repita esta medición en tres a cinco latidos consecutivos (un ciclo respiratorio) y calcule el valor promedio del volumen sistólico.

5. Usamos PLR de forma rutinaria para imitar la carga de líquido, porque se ha demostrado que esta maniobra induce un desplazamiento de sangre venosa reversible desde las piernas y el reservorio esplácnico al compartimento torácico, lo que permite una identificación precisa de la capacidad de respuesta a los líquidos en los pacientes de la UCI.

6. 60 -120 segundos posteriores a la PLR, realizar una nueva determinación de ITV acorde al apartado 3 y 4, y realizar el cálculo de ITV.

Como regla general, un aumento $> 15\%$ en la ITV después de una carga de volumen indica una respuesta concreta a esta terapia o, por el contrario, su inutilidad en caso de que la ITV no cambie en consecuencia. Todos estos datos indican que el LVOT ITV es un parámetro factible y confiable para evaluar a los pacientes con compromiso hemodinámico en la UCI.

TECNICA DE MEDICION DE VPP

En la UCI contamos con equipo para monitorización de la línea arterial (presurizador, transductor de presión arterial, cable de conexión al monitor y monitor), el procedimiento se realiza tras la punción de la arteria radial previa valoración con test de Allen , se utiliza el *método de Seldinger* con un ángulo no superior a los 30° , posteriormente se conecta el sistema transductor al catéter y el cable de conexión al monitor, se verifica que la onda de presión arterial aparece en el monitor, fijar el catéter a la piel y se calibrar el sistema realizando cero en el monitor, abriendo el transductor a la atmosfera.

VALORACIÓN DE LA CURVA ARTERIAL:

La curva arterial refleja el volumen de eyección de la sangre y la elasticidad de las paredes arteriales. Las contracciones rítmicas del ventrículo izquierdo producen presiones arteriales pulsátiles. La presión máxima generada durante la contracción sistólica es la Presión Arterial Sistólica (PAS) y la presión mínima durante la relajación diastólica es la Presión Arterial Diastólica (PAD).

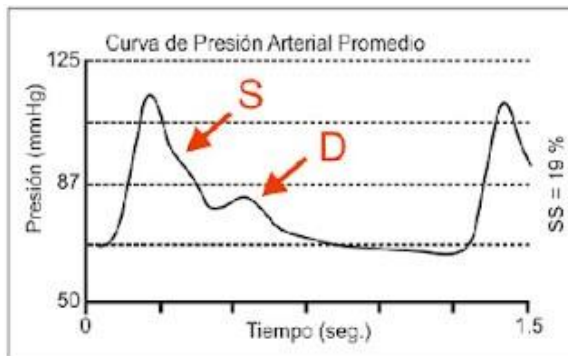


Figura 1.- La morfología típica de la curva pulsátil presenta un pico redondeado que corresponde a la sístole y una incisura dicota en su posición descendente que corresponde al inicio de la diástole

Se realiza la valoración de presión de pulso obteniendo el delta PP, partiendo de la imagen anterior encontramos que debemos calcular 2 presiones de pulso, la máxima y la mínima, recordando que la presión de pulso es la diferencia entre la presión sistólica y la diastólica. la presión de pulso máxima la encontramos representada por los valores más altos dentro del trazado de la curva de presión arterial, para ello identificamos el valor máximo sistólico y el valor máximo diastólico, una vez obtenidos los datos es matemática elemental reemplaza los valores en la fórmula.

$$\text{Delta pp} = \left[\frac{(\text{ppmax} - \text{ppmin})}{((\text{ppmax} + \text{ppmin})/2)} \right] * 100$$

Se dice que una delta-PP mayor del 13% identifica a los pacientes respondedores a precarga, mientras que niveles por debajo de este porcentaje identifican los no respondedores. Es decir que, de acuerdo al valor obtenido, del delta pp podemos inferir si el paciente responde aun a reanimación con volemia o nos encontramos en un punto que de meseta partiendo del concepto de la ley de Frank Starling.

8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva, para las variables cualitativas se utilizó frecuencias y porcentajes según corresponda y para las variables cuantitativas media, desviación estándar y análisis bivariado para las variables de interés. Se realizó Chi cuadrada para buscar asociación entre las variables cualitativas, y T de Student para variables cuantitativas; se consideró estadísticamente significativo un valor de p igual o menor de 0.05. Se utilizó tablas de 2x2 para el cálculo de la sensibilidad y especificidad. El estándar de oro fue la VPP.

9. RESULTADOS

Los resultados en este estudio denominado: sensibilidad y especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos, se incluyeron 42 pacientes, en cuanto al género se identificó que el 52.4% (n=22) eran mujeres y en el 45.2% (n=20) hombres (Gráfico 1).

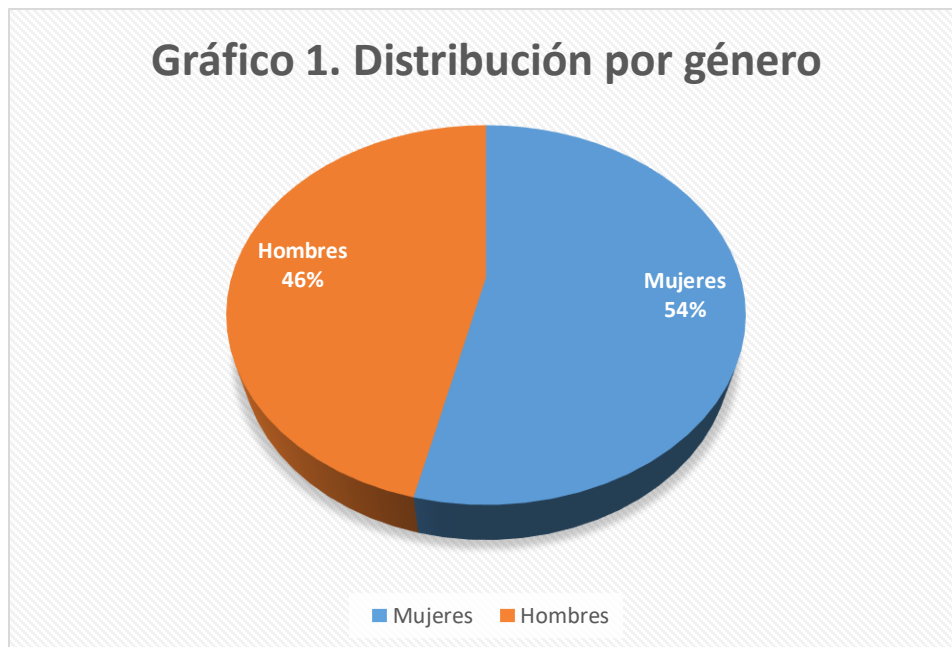


Gráfico 1. Gráfico de pastel de distribución por género.

Posteriormente, se realizó el análisis de frecuencia por grupos etarios donde la mayor cantidad se dio entre los 60-69 años (29%), seguido del grupo 50-59 años (21%) y el de menor medida <30 años (7%) (Grafico 2).

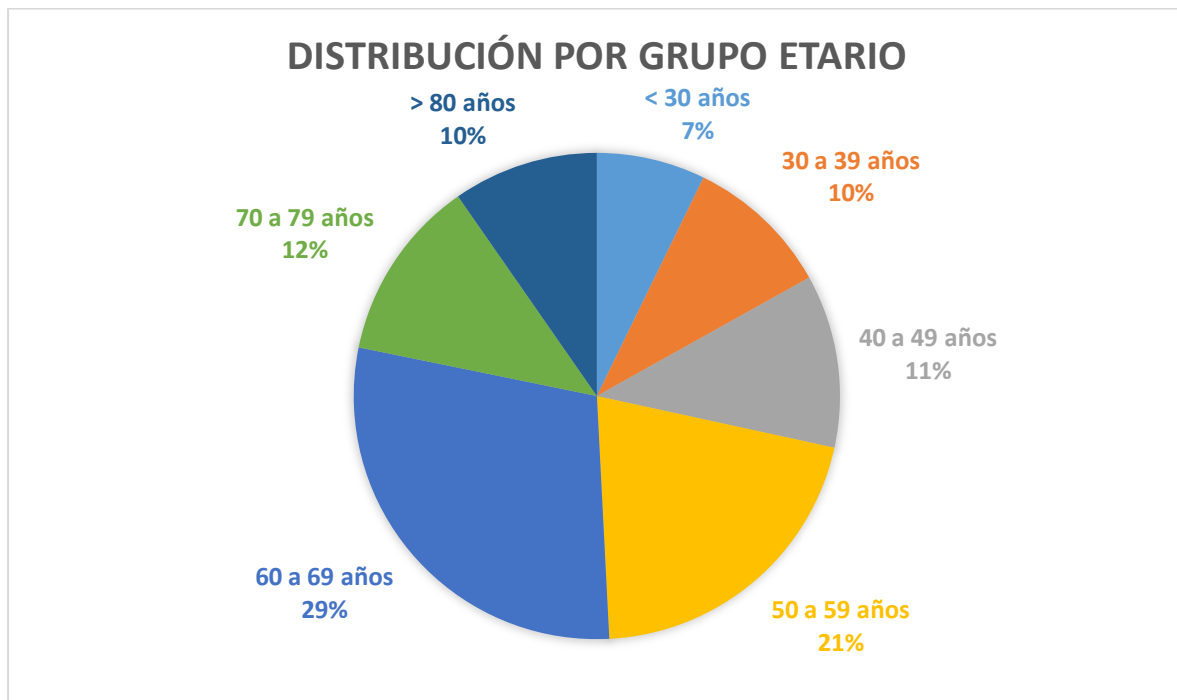


Gráfico 2. Muestra de distribución por edades.

Respecto al tipo de choque circulatorio de los pacientes se encontró que 45.2% (n=19) fueron de origen cardiogénico, seguido en 33.3% (n=14) de origen distributivo, 21.4% (n=9) de origen hipovolémico y no se reportaron casos de origen obstructivo (Gráfico 3).

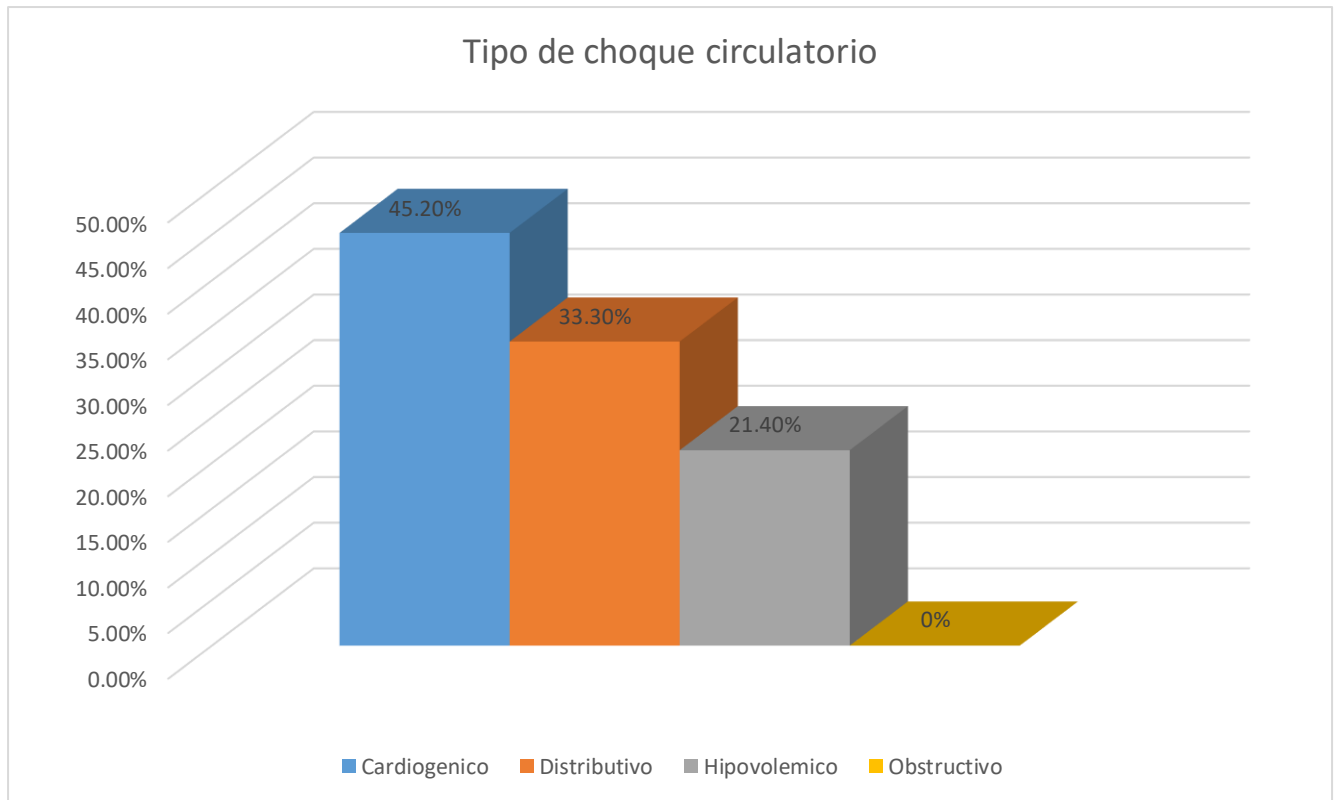


Gráfico 3. Histograma que muestra de distribución por tipo de choque circulatorio.

Posteriormente, mediante un análisis de tabla cruzada (2x2) donde se determinó una correlación significativa entre el VPP e ITV ($p < 0.0001$) y se pudo concluir que la prueba ITV posee una sensibilidad moderada 89.5% y una especificidad alta de 95.7% (Tabla 1). También se encontró una relación de verosimilitud altamente relevante entre el IVT y el tipo de choque (54.62, $p = 0.02$).

Tabla 1.

Sensibilidad y especificidad de ITV (n=42)

ITV	VPP				χ^2	gl	p
	Sí		No				
	f	%	f	%			
Sí	17	89.5	1	4.3	30.78	1	.000
No	2	10.5	22	95.7			

10. DISCUSIÓN

En nuestro estudio se puede observar una prevalencia ligeramente mayor en mujeres que en hombres, aunque es cercana a una equivalencia entre ambos géneros; aunque esto no es lo más reportado, ya que de manera general es más frecuente su aparición en hombres que en mujeres indistintamente de los criterios empleados para su diagnóstico y clasificación.⁽⁴¹⁾

Esta variabilidad de nuestros resultados puede deberse de manera directa al tamaño de muestra revisado, ya que se ha determinado que el sexo es un rasgo o característica que puede considerarse de factor de riesgo o protección acorde a las características propias del género y su auto regulación (protección hormonal, respuesta inmune, entre otras).^(42, 43)

Por consiguiente, la edad también se ha vuelto un factor importante en el desarrollo de cualquier tipo de choque, ya que el choque cardiogénico, séptico y cualquier asociado a cambio en la volemia se ve potencializado por la edad y los cambios fisiológicos de la senescencia que favorecen la mala distribución y la fisiopatología del choque.^(8, 44, 45)

Típicamente dentro de los tipos de choque circulatorio se ha reportado que el choque hipovolémico es el tipo de choque que se ha descrito de manera más común, seguido del cardiogénico.^(46, 47) Sin embargo, esta estadística corresponde de manera general a la casuística del choque; empero en nuestro estudio los casos de estudio corresponden casos avanzados que requirieron el manejo en cuidados intensivos, lo que puede modificar los datos epidemiológicos.

Lo cual se ha señalado dentro del manejo de cuidados intensivos, donde la epidemiología de los tipos de choque ha cambiado respecto a lo que hemos comentado; donde típicamente el choque cardiogénico es el más común seguido del choque hipovolémico.⁽⁴⁷⁾ Por lo que es de resaltarse que en nuestro presente estudio el choque distributivo tenga una incidencia tan alta que sea sobrepase al hipovolémico, lo cual puede convertirse en motivo de otro estudio para indagar sobre el cambio señalado.

Ahora bien en relación con el índice integral tiempo velocidad, este ha demostrado ser un adecuado índice ecocardiográfico para la valoración o correlación de otros estados cardiológicos como la correlación angular o predecir una adecuada respuesta al volumen circulante efectivo.^(48, 49)

Es importante considerar que el VPP y la VVS son dos de los parámetros más efectivos existentes para la valoración de la función cardiaca en relación con la variación de la presión; el resto de los parámetros que se han relacionado con la valoración de la función cardiaca como es la onda de presión pulsioximetría o la variación del flujo braquial se consideran como variables inexactas e incluso se ha puesto en duda el valor de la ITV.⁽¹⁸⁾

Sin embargo, en este caso, los resultados mostrados por nuestro estudio permiten proponer que el ITV es un parámetro válido y adecuado para el análisis de la función cardiaca.

En este caso el uso de ITV nos permite tener una buena aproximación de la variabilidad de presión pulso o VPP gracias a que la ITV nos permite acercarnos de manera directa al volumen de salida del ventrículo y determinar de manera adecuada la el gasto cardiaco; razón por la cual tiene una adecuada sensibilidad al VPP y a predecir la respuesta al volumen circulatorio.^(50, 51)

Además, con esto podemos considerar que no solo obtenemos con el ITV la valoración del tracto de salida del ventrículo izquierdo, si no que en consecuencia también tendríamos una aproximación con el ITV al comportamiento de la presión cardiaca. Aunque se ha señalado que el valor individual del ITV no es suficiente para señalar la función cardiaca

Por lo que es necesario conocer su relación y comportamiento con otros parámetros evaluables ecocardiográficos para entender los cambios fisiopatológicos cardiacos concretos en cada tipo de choque.⁽⁵²⁾

De esta manera al tener niveles idóneos de ITV podemos saber que tendremos una respuesta de VPP como cambio a los fluidos para un control de la administración de líquidos y restablecimiento hemodinámico.⁽⁵³⁾ Por ende determina de manera adecuada los cambios de precarga-dependencia en pacientes con choque.

Aunque cabe señalar que en nuestro estudio al tener una distribución por tipo de choque en el cual se tiene una mayor incidencia en el choque cardiogénico y distributivo; ya que como se pudo observar se encontró una correlación de verosimilitud muy alta entre el valor del ITV obtenido y el tipo de choque por lo que presumiblemente podemos señalar que la correlación encontrada depende de manera directa de la distribución de los tipos de choque analizados.

Por lo que se recomendaría realizar un análisis de correlación entre ambos parámetros para cada tipo de choque para poder identificar si la correlación se mantiene como lo encontramos en nuestro estudio o si bien solo se presenta en ciertos tipos de choque.

Así mismo es importante una valoración similar entre pacientes con distintos tipos de choque que no se encuentren en la Unidad de Cuidados Intensivos, esto para poder considerar si la correlación depende de la severidad del paciente o bien solo del tipo de choque.

Cabe señalar que es necesario estudios con poblaciones más grandes y de tipos de choque específico para identificar la sensibilidad y especificidad en cada choque, además de identificar los parámetros adecuados para asociarlo a los cambios de VPP.

11. CONCLUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos se puede determinar que la valoración de la salida del tracto del ventrículo izquierdo mediante el Índice integral tiempo velocidad (ITV) posee una alta sensibilidad para poder determinar cambios de la precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio.

Pudiendo concluir que la prueba ITV posee una sensibilidad moderada 89.5% y una especificidad alta de 95.7% de igual forma se encontró una relación de verosimilitud altamente relevante entre el IVT y el tipo de choque (54.62, $p=0.02$).

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Morell SB, Areas KG, Garlobo GP, Aliaga AÁ. Morbilidad y mortalidad en la unidad de terapia intensiva. *Multimed*. 2017;21(4):396-413.
2. Mas N, Olaechea P, Palomar M, Alvarez-Lerma F, Rivas R, Nuvials X, et al. Comparative analysis of patients admitted to Spanish Intensive Care Units due to medical and surgical disease. *Medicina intensiva*. 2014;39(5):279-89.
3. Becerra JAB, Mojica CMM, Bernal NEH. Morbimortalidad en pacientes egresados de una unidad de cuidados intensivos en Boyacá, Colombia. *Archivos de Medicina*. 2020;20(2):418-27.
4. Tejeda-Miranda M, Anthon-Mendez FJ, Esponda-Prado JG, Rendón-Macías ME. Calidad de atención en una unidad de terapia intensiva del sector privado. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2015;53(4):400-4.
5. García CRA, Torres CM. La realidad de la Unidad de Cuidados Intensivos. *Medicina crítica*. 2017;31(3):171-3.
6. Soares Pinheiro FGM, Santana Santos E, Barreto IDC, Weiss C, Vaez AC, Oliveira JC, et al. Mortality Predictors and Associated Factors in Patients in the Intensive Care Unit: A Cross-Sectional Study. *Crit Care Res Pract*. 2020;2020:1483827.
7. Orban JC, Walrave Y, Mongardon N, Allaouchiche B, Argaud L, Aubrun F, et al. Causes and Characteristics of Death in Intensive Care Units: A Prospective Multicenter Study. *Anesthesiology*. 2017;126(5):882-9.
8. Soong JTY, Soni N. Circulatory shock. *Medicine*. 2013;41(2):64-9.
9. Scheeren TW, Bakker J, Kaufmann T, Annane D, Asfar P, Boerma EC, et al. Current use of inotropes in circulatory shock. *Annals of intensive care*. 2021;11(1):1-13.
10. Malbrain M, Langer T, Annane D, Gattinoni L, Elbers P, Hahn RG, et al. Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: Executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):64.
11. Wetterslev M, Møller-Sørensen H, Johansen RR, Perner A. Systematic review of cardiac output measurements by echocardiography vs. thermodilution: the techniques are not interchangeable. *Intensive care medicine*. 2016;42(8):1223-33.
12. Soria JM, de Xàtiva HLA. Monitorización hemodinámica no invasiva o mínimamente invasiva en el paciente crítico en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2015;27:386-95.
13. Rusu DM, Siriopol I, Grigoras I, Blaj M, Ciumanghel AI, Siriopol D, et al. Lung Ultrasound Guided Fluid Management Protocol for the Critically Ill Patient: study protocol for a multi-centre randomized controlled trial. *Trials*. 2019;20(1):236.
14. Blum M, Ferrada P. Ultrasound and Other Innovations for Fluid Management in the ICU. *Surg Clin North Am*. 2017;97(6):1323-37.
15. Domenech RJ, Parra VM. Ventricular contractility: Physiology and clinical projection. *Revista medica de Chile*. 2016;144(6):767-71.
16. Santiago-López J, León-Ramírez V, Hernández-Ramírez S, Vásquez-Márquez PI, Castellanos-Olivares A. Concordancia en la medición del gasto cardíaco. Vigileo vs. Capstesia. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2018;56(2):136-42.
17. Serna-Gandia M. Manejo de la vía aérea en el paciente con traumatismos sobre la vía aérea. *REVISTA ELECTRÓNICA DE ANESTESIAS* 2018;10(4).
18. Sabatier C, Monge I, Maynar J, Ochagavía A. Valoración de la precarga y la respuesta cardiovascular al aporte de volumen. *Medicina intensiva*. 2012;36(1):45-55.

19. Bentzer P, Griesdale DE, Boyd J, MacLean K, Sirounis D, Ayas NT. Will this hemodynamically unstable patient respond to a bolus of intravenous fluids? *Jama*. 2016;316(12):1298-309.
20. Alviar CL, Miller PE, McAreavey D, Katz JN, Lee B, Moriyama B, et al. Positive pressure ventilation in the cardiac intensive care unit. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;72(13):1532-53.
21. Echavarría PAE, Ramírez SdCC. Choque circulatorio. Estableciendo metas en la reanimación con líquidos. *Acta Médica Grupo Ángeles*. 2017;15(1):78-82.
22. Vincent J-L, Cecconi M, De Backer D. The fluid challenge. *Critical Care*. 2020;24(1):1-3.
23. Monnet X, Marik PE, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness: an update. *Ann Intensive Care*. 2016;6(1):111.
24. Monnet X, Teboul JL. Assessment of fluid responsiveness: recent advances. *Curr Opin Crit Care*. 2018;24(3):190-5.
25. Toscani L, Aya HD, Antonakaki D, Bastoni D, Watson X, Arulkumaran N, et al. What is the impact of the fluid challenge technique on diagnosis of fluid responsiveness? A systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2017;21(1):1-12.
26. Jozwiak M, Monnet X, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness in ventilated patients. *Ann Transl Med*. 2018;6(18):352.
27. Shi R, Monnet X, Teboul JL. Parameters of fluid responsiveness. *Curr Opin Crit Care*. 2020;26(3):319-26.
28. Maya OGM, Enríquez MRI, Marín J-I, Duque SIH, Luna CEG, Hurtado ÁM, et al. Complicaciones de la vía biliar después de trasplante ortotópico de hígado: Experiencia en el Hospital Pablo Tobón Uribe-Medellín. *Revista Colombiana de Gastroenterología*. 2011;26(1):9-14.
29. Monnet X, Marik P, Teboul JL. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2016;42(12):1935-47.
30. Vincent JL. Fluid management in the critically ill. *Kidney Int*. 2019;96(1):52-7.
31. Vignon P, Repesse X, Begot E, Leger J, Jacob C, Bouferrache K, et al. Comparison of echocardiographic indices used to predict fluid responsiveness in ventilated patients. *American journal of respiratory critical care medicine*. 2017;195(8):1022-32.
32. Miller A, Mandeville J. Predicting and measuring fluid responsiveness with echocardiography. *Echo Res Pract*. 2016;3(2):G1-G12.
33. Blanco P. Rationale for using the velocity–time integral and the minute distance for assessing the stroke volume and cardiac output in point-of-care settings. *The ultrasound journal*. 2020;12(1):1-9.
34. Roger C, Zieleskiewicz L, Demattei C, Lakhal K, Piton G, Louart B, et al. Time course of fluid responsiveness in sepsis: the fluid challenge revisiting (FCREV) study. *Crit Care*. 2019;23(1):179.
35. Blanco P. Rationale for using the velocity–time integral and the minute distance for assessing the stroke volume and cardiac output in point-of-care settings. *The ultrasound journal*. 2020;12(1):1-9.
36. Chaudhuri D, Herritt B, Lewis K, Diaz-Gomez JL, Fox-Robichaud A, Ball I, et al. Dosing Fluids in Early Septic Shock. *Chest*. 2021;159(4):1493-502.
37. Van Regenmortel N, Moers L, Langer T, Roelant E, De Weerd T, Caironi P, et al. Fluid-induced harm in the hospital: look beyond volume and start considering sodium. From physiology towards recommendations for daily practice in hospitalized adults. *Ann Intensive Care*. 2021;11(1):79.
38. Castro R, Kattan E, Ferri G, Pairumani R, Valenzuela ED, Alegria L, et al. Effects of capillary refill time-vs. lactate-targeted fluid resuscitation on regional, microcirculatory and hypoxia-related perfusion parameters in septic shock: a randomized controlled trial. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):150.
39. Vaara ST, Ostermann M, Bitker L, Schneider A, Poli E, Hoste E, et al. Restrictive fluid management versus usual care in acute kidney injury (REVERSE-AKI): a pilot randomized controlled feasibility trial. *Intensive Care Med*. 2021;47(6):665-73.

40. Cecconi M, Hernandez G, Dunser M, Antonelli M, Baker T, Bakker J, et al. Fluid administration for acute circulatory dysfunction using basic monitoring: narrative review and expert panel recommendations from an ESICM task force. *Intensive care medicine*. 2019;45(1):21-32.
41. Parks J, Vasileiou G, Parreco J, Pust GD, Rattan R, Zakrison T, et al. Validating the ATLS Shock Classification for Predicting Death, Transfusion, or Urgent Intervention. *The Journal of surgical research*. 2020;245:163-7.
42. Palmeri ST, Lowe AM, Sleeper LA, Saucedo JF, Desvigne-Nickens P, Hochman JS. Racial and ethnic differences in the treatment and outcome of cardiogenic shock following acute myocardial infarction. *The American journal of cardiology*. 2005;96(8):1042-9.
43. Chioncel O, Parissis J, Mebazaa A, Thiele H, Desch S, Bauersachs J, et al. Epidemiology, pathophysiology and contemporary management of cardiogenic shock – a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. 2020;22(8):1315-41.
44. Jentzer JC, Ahmed AM, Vallabhajosyula S, Burstein B, Tabi M, Barsness GW, et al. Shock in the cardiac intensive care unit: Changes in epidemiology and prognosis over time. *American heart journal*. 2021;232:94-104.
45. Kim SY, Hong KJ, Shin SD, Ro YS, Ahn KO, Kim YJ, et al. Validation of the Shock Index, Modified Shock Index, and Age Shock Index for Predicting Mortality of Geriatric Trauma Patients in Emergency Departments. *Journal of Korean medical science*. 2016;31(12):2026-32.
46. Sánchez D, Lara B, Clausdorff H, Guzmán A. Generalidades y manejo inicial del shock. *ARS MEDICA*. 2018;43(3):67.
47. Muguercia RE, Rodríguez RD, Requejo VO, Romero YD, Matos RE. Diagnóstico y tratamiento del paciente con shock. *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias*. 2021;20(2).
48. MERCADO VILLEGAS J. EFECTIVIDAD DE LA VELOCIDAD INTEGRAL DE TIEMPO CAROTIDEO COMO PREDICTOR DE LA RESPUESTA AL VOLUMEN CIRCULANTE EFECTIVO EN VOLUNTARIOS SANOS: Residencia Medica-Medicina Crítica y Terapia Intensiva; RM. MC yTI. -002/18; 2018.
49. Ugalde C D, Brugere O S, Pino L A. Evaluación de la corrección angular de la integral velocidad tiempo en ecocardiografía. Estudio piloto. *Rev Hosp Clin Univ Chile*. 2019:218-22.
50. Mejía Ruiz E, Román Simón V, Montelongo FdJ, Carmona Domínguez A. Comparación del gasto cardiaco medido a través del volumen sistólico en modo bidimensional versus ecuación de continuidad en pacientes de terapia intensiva del Hospital General «Las Américas». *Medicina crítica*. 2019;33(1):26-32.
51. Vitón-Castillo AA, Rego-Ávila H, Mena-Hernández VM. Monitoreo hemodinámico en el paciente crítico. *CorSalud*. 2021;13(2).
52. Herrero JL. Monitorización hemodinámica: de la fisiología a la monitorización. *Revista electrónica AnestesiaR*. 2020;12(1):2.
53. He F, Li X, Thapa S, Li C, Luo J, Dai W, et al. Evaluation of volume responsiveness by pulse pressure variability and inferior vena cava collapsibility index at different tidal volumes by mechanical ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 2019;52(9):e8827-e.

13. ANEXOS

Anexo 1. - CONSENTIMIENTO INFORMADO OFICIAL

		INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLITICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD Carta de consentimiento informado para participación en protocolos de investigación (padres o representantes legales de niños o personas con discapacidad)	
Nombre del estudio:	Evaluar la sensibilidad y la especificidad del índice de ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo como indicador de precarga-dependencia en pacientes con choque circulatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos.		
Patrocinador externo (si aplica):	No Aplica		
Lugar y fecha:	Centro Médico Nacional "Manual Ávila Camacho" del Instituto Mexicano del Seguro Social, Puebla Puebla. A 01 de septiembre del 2021		
Número de registro institucional:	En tramite		
Justificación y objetivo del estudio:	Estimado familiar se le invita a participar a su paciente a un estudio que se hará en el área de UCI del Hospital de Especialidades San José: este estudio consiste en mediciones de la función de su corazón mediante 1 técnicas no invasiva(es decir, procedimiento que no requiere insertar un instrumento a través de la piel o en una abertura corporal.		
Procedimientos:	Si usted acepta que su paciente participe en este estudio, le haremos lo siguiente: una vez intubado y con ventilación mecánica, le estaremos midiendo como funciona su corazón de 2 diferentes formas por ultrasonido y mediante una onda que va colocada a la arterial de su brazo con el objetivo de mejorar la morbimortalidad.		
Posibles riesgos y molestias:	Las posibles molestias que tenga su paciente serán las propias de poner sueros, medicamentos en su venas, durante todo el procedimiento su paciente está dormido y sin dolor por los medicamentos que el medico indique.		
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	El posible beneficio que tenga su paciente será saber si realizar un estudio con ultrasonido en su pecho es más efectivo y menos invasivo que una canalización de una arterial.		
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Usted puede solicitar cualquier informe que desee a los investigadores, así como consultar los resultados que vaya teniendo su familiar, con el paso de los días.		
Participación o retiro:	Usted tiene toda la libertad de solicitar que su paciente sea retirado del estudio al momento que considere. Teniendo la seguridad de que su paciente seguirá siendo atendido con la misma calidad que los demás pacientes que estén en este estudio.		
Privacidad y confidencialidad:	Puede usted tener la seguridad de que los datos de su familiar no serán utilizados, publicados, no se darán a conocer a ninguna persona. Sus datos son totalmente privados.		
Declaración de consentimiento:			
Después de haber leído y habiéndose explicado todas mis dudas acerca de este estudio:			
<input type="checkbox"/>	No acepto que mi familiar o representado participe en el estudio.		
<input type="checkbox"/>	Si acepto que mi familiar o representado participe y que se tome la muestra solo para este estudio.		
<input type="checkbox"/>	Si acepto que mi familiar o representado participe y que se tome la muestra para este estudios y estudios futuros, conservando su sangre hasta por ____ años tras lo cual se destruirá la misma.		
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:			
Investigador Responsable:	Dr. Arturo García Galicia		
Colaboradores:	Dr. Carlos Mitre López, Dr. Filemón Ledezma Ruiz al 2241032680		
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comité Local de Ética de Investigación en Salud del CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, correo electrónico: comité.eticainv@imss.gob.mx			
<hr/> Nombre y firma de ambos padres o tutores o representante legal		<hr/> Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento	
Testigo 1 <hr/> Nombre, dirección, relación y firma		Testigo 2 <hr/> Nombre, dirección, relación y firma	
Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio.			
Clave: 2810-009-014			

Anexo 2: HOJA DE RECOLECCION DE DATOS



NOMBRE: _____

FECHA: _____

1.- EDAD:

2.- GENERO:

A. FEMENINO B. MASCULINO

3.- INTEGRAL VELOCIDAD TIEMPO

A. SI (ITV >15%)

B. NO (ITV < 15%)

4.- VARIABILIDAD DE PRESION DE PULSO

A. SI (VPP > 13%)

B. NO (VPP <13%)

5.- TIPO DE CHOQUE:

A. DISTRIBUTIVO

C. OBSTRUCTIVO

B. CARDIOGENICO

D. HIPOVOLEMICO

Anexo3. Diagnóstico de choque circulatorio.

Signos clínicos	En primer lugar, existen signos clínicos de hipoperfusión tisular, que se manifiestan a través de las tres "ventanas" del cuerpo
Hemodinámicos	En segundo lugar, suele haber hipotensión arterial sistémica, pero la magnitud de la hipotensión puede ser sólo moderada, especialmente en pacientes con hipertensión crónica. Por lo general, en los adultos, la presión arterial sistólica es inferior a 90 mmHg o la presión arterial media es inferior a 70 mm Hg, con taquicardia
Bioquímicos	En tercer lugar, la hiperlactatemia suele estar presente, lo que indica un metabolismo celular del oxígeno anormal. El nivel normal de lactato en sangre es de aproximadamente 1 mmol por litro, pero el nivel aumenta (> 1,5 mmol por litro) en la insuficiencia circulatoria aguda

Anexo 4. Signos clínicos de hipoperfusión tisular.

"Ventanas"	
Cutáneo	piel fría y húmeda, con vasoconstricción y cianosis
Neurológico	obnubilación, desorientación y confusión
Renal	producción de orina de <0,5 ml por kilogramo de peso corporal por hora medido 6 hrs

