



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios en Posgrado e Investigación

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIO SOCIALES DE LOS  
TRABAJADORES DEL ESTADO

“Asociación entre la fracción de eyección y acortamiento por método de Teichholz con lactato sérico y saturación venosa central en los pacientes de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Regional “Licenciado Adolfo López Mateos” del ISSSTE ingresados en el periodo de Enero 2017 a Septiembre de 2017.”

Trabajo de investigación que presenta:  
Dr. Guillermo Arango García

Para obtener el Diploma de Subespecialidad en:  
MEDICINA CRITICA PEDIATRICA

Asesores de Tesis:  
Dr. Iñaki Navarro Castellanos  
Dr. Antonio Corona Bautista

No. De Registro de Protocolo:  
105.2018

Año:  
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



**ISSSTE**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios en Posgrado e Investigación

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIO SOCIALES DE LOS  
TRABAJADORES DEL ESTADO

“Asociación entre la fracción de eyección y acortamiento por método de Teichholz con lactato sérico y saturación venosa central en los pacientes de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Regional “Licenciado Adolfo López Mateos” del ISSSTE ingresados en el periodo de Enero 2017 a Septiembre de 2017.”

Trabajo de investigación que presenta:  
Dr. Guillermo Arango García

Para obtener el Diploma de Subespecialidad en:  
MEDICINA CRÍTICA PEDIÁTRICA

Asesores de Tesis:  
Dr. Iñaki Navarro Castellanos  
Dr. Antonio Corona Bautista

No. De Registro de Protocolo:  
105.2018

Año:  
2018



---

DR. DANIEL ANTONIO RODRIGUEZ ARAIZA  
COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION



---

DRA. FLOR MARIA DE GUADALUPE AVILA FEMATT  
JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

---

DRA. MARTHA EUNICE RODRIGUEZ ARELLANO  
JEFE DE INVESTIGACION

---

DR. JORGE ROBLES ALARCON  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO



---

DR. IÑAKI NAVARRO CASTELLANOS  
ASESOR DE TESIS

---

DR. ANTONIO CORONA BAUTISTA  
ASESOR METODOLOGICO

## RESUMEN

**Introducción:** El estudio de la función cardiovascular constituye un aspecto fundamental del cuidado del paciente crítico. La monitorización hemodinámica nos permite obtener información acerca de la fisiopatología cardiocirculatoria que nos ayudará a realizar el diagnóstico y a guiar la terapéutica en las situaciones de inestabilidad hemodinámica. La ecocardiografía, ofrece información anatómica y funcional que puede ser enormemente útil en la valoración hemodinámica del paciente crítico. La saturación venosa central de oxígeno (SvcO<sub>2</sub>), obtenida en la aurícula derecha, ha demostrado una buena correlación con la saturación venosa mixta de oxígeno (SvO<sub>2</sub>). La reducción del GC y/o el aumento de las necesidades metabólicas se traducirán en un incremento compensador en la extracción de oxígeno, con el consiguiente descenso de las saturaciones venosas. Este descenso será precoz, pudiendo preceder incluso a la elevación del lactato sérico, la elevación en la concentración de lactato en sangre indica la presencia de hipoxia tisular y metabolismo anaerobio. La magnitud de esta elevación en los niveles de lactato se ha correlacionado directamente con el pronóstico del paciente con patología crítica aguda. En cuanto a su utilidad en la guía del proceso de reanimación, la monitorización del aclaramiento del lactato en respuesta a las intervenciones terapéuticas no se ha mostrado inferior a la resucitación guiada por SvcO<sub>2</sub>. **Objetivo:** Demostrar la correlación que existe entre la fracción de eyección y acortamiento medida por método de Teichholz con el lactato sérico y saturación venosa central, y demostrar el mejoramiento en la curva de aprendizaje en ecocardiografía del no cardiólogo en comparación con el cardiólogo. **Material y Métodos:** Se realizara un estudio de tipo transversal, prospectivo, observacional y analítico, en el Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos en el área de Terapia Intensiva Pediátrica, se registrará toda la población que ingrese a la unidad durante el periodo Enero 2017 a Septiembre 2017, se realizará ecocardiograma al ingreso, durante y al egreso correlacionando la FEVI y la FA con una muestra del catéter venoso central para medición de lactato y saturación venosa central. La toma de ecocardiograma y muestra sanguínea estará a cargo del investigador del estudio, del medico adscrito de cardiología y terapia intensiva pediátrica. Esta unidad asiste a pacientes dentro de 28 días y 17 años cuenta con 5 camas con un total de 96 pacientes en promedio egresados al año. Los datos recopilados se vaciaran en una base de datos en Excel Microsoft Office en la cual se realizara una parte del análisis estadístico descriptivo con el apoyo de SPSS 22 calculando T de students, Chi-cuadrada con medidas de tendencia central, Se realizará regresión logística para controlar el efecto de ventilación mecánica, apoyo aminérgico y sedación. Se utilizaran intervalos de Confianza del 95%. **Resultados:** Se analizaron 25 pacientes con mediciones ecocardiográficas (FEVI y FA) y mediciones hemodinámicas invasivas (Lactato, SvO<sub>2</sub>) y no se encontró ninguna correlación con diferencia significativa <0.05 para contestar la pregunta de investigación. Los modelo de regresión lineal realizados no pudieron explicar el efecto de la variable dependiente sobre la independiente. Pero las evaluaciones ecocardiográficas entre los 2 operadores en el modelo combinado bidireccional, se encontró después de 12 ecocardiogramas una correlación intraclase de la FEVI de 0.68, de la FA de 0.68, del DDVI 0.85 y de DSVI 0.83. **Conclusiones:** Es importante aumentar el tamaño de muestra para encontrar alguna correlación entre los valores medidos o poder descartarla. Se encontró la factibilidad de formar residentes de terapia intensiva en ecocardiografía funcional.

### Palabras clave:

Ecocardiografía, Lactato, Saturación venosa central, FoCUS, Terapia intensiva pediátrica.

## ABSTRACT

**Introduction:** The study of cardiovascular function is a fundamental aspect of critical care patient. Hemodynamic monitoring allows us to obtain information about the cardiocirculatory physiopathology that will help us to make the diagnosis and to guide the therapy in situations of hemodynamic instability. The echocardiography offers anatomical and functional information that can be extremely useful in the hemodynamic assessment of the critical patient. The central venous oxygen saturation (ScvO<sub>2</sub>), obtained in the right atrium, has shown a good correlation with mixed venous oxygen saturation (SvO<sub>2</sub>). The reduction of the CO and / or the increase of the metabolic demands will result in a compensatory increase in the extraction of oxygen, with the consequent decrease in venous saturations. This decrease will be early, and may even precede the elevation of serum lactate, the elevation in blood lactate concentration indicates the presence of tissue hypoxia and anaerobic metabolism. The magnitude of this elevation in lactate levels has been directly correlated with the prognosis of the patient with acute critical pathology. Regarding its usefulness in guiding the resuscitation process, the monitoring of lactate clearance in response to therapeutic interventions has not been shown to be inferior to SvcO<sub>2</sub> guided resuscitation. **Objective:** Demonstrate the correlation between the ejection fraction and shortening fraction measured by the Teichholz method with serum lactate and central venous saturation, and to demonstrate the improvement in the learning curve in echocardiography of the non-cardiologist compared with the cardiologist. **Material and methods:** A cross-sectional, prospective, observational and analytical study will be carried out at the Adolfo López Mateos Regional Hospital in the area of Pediatric Intensive Care Unit. All the population entering the unit during the period January 2017 to September 2017 will be registered. performed an echocardiogram at admission, during and at discharge, correlating LVEF and SF with a central venous catheter sample for measurement of lactate and central venous saturation. The echocardiogram and blood sample will be taken by the study investigator, the cardiology physician and pediatric intensive care physician. This unit assists patients within 28 days and 17 years has 5 beds with a total of 96 patients on average per year. The collected data will be emptied into a Microsoft Office Excel database in which a part of the descriptive statistical analysis will be carried out with the support of SPSS 22 calculating T of students, Chi-square with measures of central tendency, Logistic regression will be performed control the effect of mechanical ventilation, aminergic support and sedation. Confidence intervals of 95% will be used. **Results:** 25 patients were analyzed with echocardiographic measurements (LVEF and SF) and invasive hemodynamic measurements (Lactate, SvO<sub>2</sub>) and no correlation was found with a significant difference <0.05 to answer the research question. The linear regression models performed could not explain the effect of the dependent variable on the independent variable. But the echocardiographic evaluations between the 2 operators in the bidirectional combined model, found after 12 echocardiograms an intraclass correlation of LVEF of 0.68, of SF of 0.68, of LVDD 0.85 and of LVSD 0.83. **Conclusions:** It is important to increase the sample size to find some correlation between the measured values or to discard it. The feasibility of forming residents of critical care medicine in functional echocardiography was found.

**Keywords:**

Echocardiography, Lactate, Central venous saturation, FoCUS, Pediatric Critical Care.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a Dios por que con su mano me ha guiado hasta este momento en mi vida personal y formación académica, permitiéndome finalizar una etapa más.

A mi abuelo Arturo García Núñez al cual gracias a su amor, enseñanza y educación, logro inculcar en mi la perseverancia para alcanzar mis sueños y metas en la vida.

A mis padres, en especial a mi Madre; Yolanda García Ricardez, la cual sin su cariño, apoyo y animo a través de toda mi formación y los momentos de duda y necesidad no lograría estar en donde me encuentro en este momento.

A mi hermano; Alejandro Pablo Arango García gracias por tu amistad y apoyo en los tiempos difíciles, sin el cual el camino seria pesado y difícil.

A mis maestros por su enseñanza y paciencia para inculcar en mi la dedicación y cuidados del paciente pediátrico en estado critico.



# ÍNDICE

RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
ÍNDICE .....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	5
MARCO TEÓRICO .....	6
OBJETIVOS.....	12
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	12
HIPÓTESIS.....	13
JUSTIFICACIÓN .....	14
MATERIAL Y MÉTODOS .....	15
GENERALIDADES.....	15
SITIO DE ESTUDIO.....	15
SUJETOS DE ESTUDIO.....	15
CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	15
FUENTE DE DATOS .....	16
VARIABLES DEL ESTUDIO.....	16
IMPLICACIONES ÉTICAS.....	16
DISCUSIÓN. ....	24
CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la función cardiovascular constituye un aspecto fundamental del cuidado del paciente crítico. La monitorización hemodinámica nos permite obtener información acerca de la fisiopatología cardiocirculatoria que nos ayudará a realizar el diagnóstico y a guiar la terapéutica en las situaciones de inestabilidad hemodinámica. El catéter de arteria pulmonar (CAP) ha sido la técnica más utilizada desde su introducción hace más de 40 años. Aunque su papel en el conocimiento más profundo de la función cardiovascular es indiscutible, su uso ha descendido debido a la controversia de sus indicaciones y sus limitaciones. Por este motivo, se ha intensificado la búsqueda de nuevos métodos de monitorización.

Actualmente, el desarrollo tecnológico nos proporciona numerosos sistemas que exploran los aspectos más importantes de la hemodinámica (precarga, función ventricular, objetivos de la reanimación hemodinámica, etc.). Estos sistemas, al igual que el CAP, poseen ventajas y limitaciones que es necesario conocer antes de su aplicación en la práctica clínica. La ecocardiografía, aunque no es propiamente un sistema de monitorización continua, ofrece información anatómica y funcional que puede ser enormemente útil en la valoración hemodinámica del paciente crítico.

La saturación venosa mixta de oxígeno (SvO<sub>2</sub>), obtenida en la arteria pulmonar, probablemente representa el mejor indicador de la adecuación de la entrega de oxígeno (DO<sub>2</sub>). En diversas situaciones de patología crítica, la saturación venosa central de oxígeno (SvcO<sub>2</sub>), obtenida en la aurícula derecha, ha demostrado una buena correlación con la SvO<sub>2</sub> (aunque sobreestima en torno al 5%), así como un consistente paralelismo en sus cambios. La reducción del gasto cardiaco (GC) y/o el aumento de las necesidades metabólicas se traducirán en un incremento compensador en la extracción de oxígeno, con el consiguiente descenso de las saturaciones venosas. Este descenso será precoz, pudiendo preceder incluso a la elevación del lactato sérico.

La incorporación de las saturaciones venosas como objetivo metabólico final del proceso de reanimación ha demostrado su impacto beneficioso en el pronóstico de diferentes poblaciones de pacientes críticos. Sin embargo, en determinadas situaciones de shock distributivo, la presencia de SvcO<sub>2</sub> elevadas también se ha asociado a mayor mortalidad. Este fenómeno vendría determinado por diferentes mecanismos, como fenómenos de shunt, flujo heterogéneo, o alteraciones en la extracción de oxígeno. Por tanto, es fundamental conocer las limitaciones de esta variable y, en el contexto clínico adecuado, disponer de otros parámetros que nos informen sobre el estado de perfusión tisular del individuo.

En general, la elevación en la concentración de lactato en sangre indica la presencia de hipoxia tisular y metabolismo anaerobio. La magnitud de esta elevación en los niveles de lactato se ha correlacionado directamente con el pronóstico del paciente con patología crítica aguda. En cuanto a su utilidad en la guía del proceso de reanimación, la monitorización del aclaramiento del lactato en respuesta a las intervenciones terapéuticas no se ha mostrado inferior a la resucitación guiada por SvcO<sub>2</sub>.

La ecocardiografía posee un papel clave en la evaluación de la contractilidad puesto que nos permite obtener múltiples parámetros que pueden ser útiles en la unidad de cuidados intensivos (UCI) para su estimación. La FEVI es el parámetro más frecuentemente utilizado para evaluar la contractilidad en pacientes críticos de la UCI[12].

En las últimas tres décadas, el ultrasonido en manos de intensivistas se ha convertido en un complemento para los procedimientos de cabecera y el manejo del paciente. Ha transformado la guía de acceso vascular en muchos entornos, ya que se estima que el 70% de las UCIP emplean ultrasonido rutinariamente en la colocación de un catéter venoso central (CVC). Además, los

programas de becas de cuidado intensivo pediátrico que usan ultrasonido superan a los que no lo hacen en una proporción de casi 7:1, lo que sugiere que la mayoría de los nuevos médicos asistentes ingresan a la fuerza de trabajo con experiencia en ultrasonido[8].

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En las unidades de cuidados intensivos (UCI) los principales objetivos de la reanimación en choque, trauma etc., se realiza mediante la medición de parámetros clínicos y monitorización invasiva como la saturación venosa central de oxígeno (SvcO<sub>2</sub>) o aclaramiento de lactato sérico según las guías internacionales, sin embargo estas mediciones requieren de la colocación de un acceso venoso central el cual no está exento de complicaciones.

Actualmente, la ecocardiografía se considera una herramienta clave para la evaluación hemodinámica en la UCI, capaz de identificar las causas de la inestabilidad hemodinámica y guiar rápidamente la terapia. Algunas de sus ventajas son ser un método no invasivo, sin riesgos, capaz de realizarse en serie y en tiempo real, y analizado junto con datos clínicos por parte de los intensivistas.

Varios estudios han demostrado el efecto positivo del uso de la ecocardiografía en el tratamiento de pacientes críticos, cambiando su tratamiento en 30% a 60% de los casos una vez que se realiza la prueba. Los recientes consensos de expertos y reseñas sobre el shock señalan la importancia de la ecocardiografía en la identificación de la fisiopatología, la categorización y tratamiento del mismo.

En el rango de edad pediátrica, existe una importante limitación de los dispositivos no invasivos para la monitorización hemodinámica, y esto hace que el uso de la ecocardiografía sea aún más prometedor. Una interesante revisión sobre la monitorización hemodinámica sugiere el uso de ecocardiografía focalizada con los dispositivos de monitorización ya se usa de forma rutinaria para evaluar el estado hemodinámico de los niños críticamente enfermos.

En México aún no existe un programa de formación para los intensivistas sobre ecocardiografía funcional, ya que todas las valoraciones están a cargo de cardiología, dependiendo en todo momento del cardiólogo pediatra.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cual es la asociación que existe entre la fracción de eyección y la fracción de acortamiento medida por el método de Teichholz con la saturación venosa central y el lactato sérico?

## MARCO TEÓRICO

La ecocardiografía es una herramienta de diagnóstico esencial en el ámbito de la atención crítica, ya que proporciona información sobre la función cardiovascular que no está disponible en otras modalidades de monitorización. Los ecocardiogramas transtorácicos limitados son cada vez más interpretados y realizados por no cardiólogos, incluidos los intensivistas pediátricos y adultos, anestesiólogos y médicos de medicina de urgencias. El advenimiento de las plataformas portátiles de ultrasonido ha contribuido al uso evolutivo de la ecocardiografía como una modalidad de monitorización aguda, que permite a los médicos de cuidados intensivos realizar un estudio oportuno y preciso para establecer un diagnóstico y controlar las respuestas a las intervenciones. Los estudios han demostrado que con un entrenamiento adecuado, la precisión de estos estudios realizados por no cardiólogos es muy Buena[2].

En las últimas dos décadas se ha descrito un síndrome de paro cardíaco caracterizado por disfunción miocárdica, lesión cerebral y una respuesta típica de isquemia reperfusión. La disfunción miocárdica global alcanza un máximo dentro de las 8 horas y se asocia frecuentemente con inestabilidad hemodinámica temprana. Aunque esta disfunción miocárdica puede ser transitoria y reversible, la disminución de la función sistólica del ventrículo izquierdo (VI) se ha asociado con una mayor mortalidad en adultos[5].

La sepsis severa y el shock séptico comprenden un síndrome común y con frecuencia letal que se produce cuando una infección abrumadora ocasiona hipotensión y falla multiorgánica. Además del tratamiento de la infección, el objetivo de las terapias para la sepsis grave y el shock séptico es mejorar la función hemodinámica de un paciente con la administración de líquidos intravenosos y medicamentos vasoactivos. Sin embargo los médicos a menudo no saben cuándo administrar estas terapias o cuánto administrar. Se sabe que al menos un tercio de los pacientes tiene insuficiencia cardíaca durante la sepsis grave o shock séptico, que puede manifestarse como un desequilibrio entre el suministro de oxígeno ( $DO_2$ ) y el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y puede dar lugar a una baja saturación venosa central ( $ScvO_2$ ) y lactato elevado[4].

Estimar el rendimiento miocárdico y el estado del volumen intravascular a partir del examen clínico puede ser difícil en pacientes con shock séptico que no han respondido a 60 ml/kg de líquido y que también tienen una combinación de inótrópos y/o vasopresores. Bajo estas circunstancias la evaluación ecocardiográfica puede ser útil para delinear los perfiles cardiovasculares heterogéneos. Sin embargo la experiencia con el uso de esta técnica es limitada en el choque séptico pediátrico[6].

### **Saturación venosa mixta, saturación venosa central y lactato como marcadores de función cardiovascular**

En reposo, el cuerpo normalmente extrae el 25% de la cantidad total de oxígeno que se entrega. En un estado de salud estable constante, la entrega de oxígeno ( $DO_2$ ) es lujosa cuando se compara con las demandas de oxígeno con aproximadamente el 75% del oxígeno entregado regresa sin utilizarse. La  $DO_2$  varía de acuerdo a los lechos vasculares, siendo algunos órganos extractores altos (cerebro y corazón) y otros extractores bajos (piel y riñones). Una verdadera saturación venosa mixta ( $SmvO_2$ ) permite la evaluación global de la extracción de oxígeno corporal. La medición debe ocurrir después de que el retorno venoso de todos los órganos se mezcle, para evitar que la  $SmvO_2$  refleje solo la extracción de oxígeno del lecho vascular de un órgano. Al usar un catéter arterial pulmonar, la  $SmvO_2$  es obtenida en la arteria pulmonar. Sin un catéter colocado en la arteria pulmonar, la  $SmvO_2$  de la arteria pulmonar se puede calcular aproximadamente con una muestra de sangre venosa procedente de un catéter central con la punta colocada en la unión de la VCS y AD. Cuando una saturación de sangre venosa es determinada de la unión de la VCS y AD u otro sitio central se refiere como saturación venosa central ( $ScvO_2$ ) o saturación de la aurícula

derecha. La saturación normal de oxígeno de la sangre venosa central que regresa al corazón derecho (ScvO<sub>2</sub>) es de 65 a 80%. Valores por debajo de 60% indican una extracción de oxígeno por los tejidos aumentada. Esto puede ser debido por una disminución en la entrega de oxígeno o un aumento en las demandas de oxígeno por los tejidos. Las causas más comunes de una disminución en la entrega de oxígeno incluyen gasto cardíaco disminuido, anemia y/o saturación arterial de oxígeno baja (hipoxia). Alternativamente, una baja ScvO<sub>2</sub> puede ser el reflejo de un aumento en las demandas de oxígeno tisular en la presencia de un trabajo respiratorio aumentado, fiebre, convulsiones, escalofríos, dolor, actividad física o una migración de catéter al ser coronario. Una baja ScvO<sub>2</sub> menor de 60% por lo general se acompaña de acidosis debido a un cambio al metabolismo anaerobio.

Una ScvO<sub>2</sub> normal o alta generalmente también se puede asociar a hipoxia. Una ScvO<sub>2</sub> elevada puede ocurrir con una DO<sub>2</sub> apropiada o inclusive supra normal en el marco de un consumo celular y/o mitocondrial alterado. Esto puede llevar a hipoxia celular y se puede observar en los cuadros de sepsis con vasodilatación severa o envenenamiento mitocondrial (toxicidad por cianuro).

Es importante remarcar que a pesar de ser un buen sustituto de la SmvO<sub>2</sub>, la ScvO<sub>2</sub> puede variar dependiendo de la posición del catéter, etapa de la enfermedad e incluso la edad del niño. En un estado de salud normal, la vena cava superior (VCS) tiene una saturación venosa ligeramente menor que la vena cava inferior (VCI) en parte debido a la alta tasa de extracción de oxígeno cerebral y baja extracción de oxígeno renal. Esto es especialmente cierto especialmente en niños pequeños donde el cerebro grande y en desarrollo es el mayor extractor de oxígeno. Por lo tanto la SmvO<sub>2</sub> es mayor que la ScvO<sub>2</sub> por un 2 a 3%. La relación entre la saturación de la VCS y VCI se puede invertir en estados de shock. Durante el coque hipovolémico o cardiogénico el flujo sanguíneo mesentérico y renal disminuyen y la extracción de oxígeno aumenta causando que la saturación de la VCI se vuelva menor que la VCS, por lo tanto durante algunos estados de shock la ScvO<sub>2</sub> puede volverse mayor que la SmvO<sub>2</sub>. A pesar de estas importantes diferencias, la mayoría de los autores creen que cambios en la ScvO<sub>2</sub> reflejan estrechamente cambios en la SmvO<sub>2</sub> y por lo tanto permanece como un buen marcador de la perfusión de los tejidos.

En resumen, una disminución en la ScvO<sub>2</sub> es asociada con disminución en el gasto cardíaco, concentración de hemoglobina y saturación arterial y varias inversamente con el consumo de oxígeno. Es un marcador extremadamente útil para hipoperfusión tisular y puede ser seguido en serie para determinar el impacto de las maniobras de resucitación como administración de líquidos, transfusión de sangre y soporte inotrópico. Alcanzar una ScvO<sub>2</sub> > 70% es un objetivo terapéutico durante la resucitación en sepsis y choque séptico.

### **Lactato**

El metabolismo del lactato es complejo y su producción es altamente dependiente de las condiciones fisiológicas a nivel celular. A pesar de que la acidosis láctica es frecuentemente usada como un marcador celular de hipoxia, puede estar elevado en situaciones no hipóxicas. Una revisión bioquímica de la producción del lactato ayuda en el entendimiento de la hiperlactatemia durante los estados de enfermedad críticos.

La respiración celular es el proceso mediante el cual la glucosa es utilizada para producir energía en forma de trifosfato de adenosina (ATP). El componente citosólico de este proceso no requiere oxígeno y consiste en la glucólisis, mientras que la porción mitocondrial es altamente dependiente de oxígeno consiste en el ciclo del ácido tricarbóxico (TCA) (también conocido como el ciclo del ácido cítrico o ciclo de Krebs) y fosforilación oxidativa (también conocida como transporte de electrones en la membrana mitocondrial). Durante la glucólisis la glucosa es convertida en piruvato con la producción total de 2 moléculas de ATP. La mayoría de la producción de energía ocurre en la mitocondria durante el ciclo del ácido tricarbóxico (2 ATP) y la fosforilación oxidativa (32 ATP). Una cantidad pequeña de lactato es normalmente producida durante la glucólisis, pero es

rápido metabolizado por el hígado y excretado por el riñón. Así, el lactato sérico se mantiene normal por debajo de 2 mmol/L. La producción de lactato se incrementa dramáticamente durante la hipoxia. Debido a la baja presión de oxígeno, el piruvato no puede continuar al metabolismo aeróbico en la mitocondria y es desviado hacia la producción de lactato. La hipoxia también produce una disminución de la actividad de la deshidrogenasa de piruvato la cual convierte al piruvato a acetil CoA. el cambio continuo del piruvato hacia lactato resulta en una elevación del lactato sérico y una elevación del índice lactato piruvato (normal 10:1).

La acidosis láctica debida a hipoperfusión se refiere tradicionalmente como acidosis láctica tipo A y se asocia con un índice elevado de lactato piruvato. El lactato elevado en la presencia de acidosis se ha utilizado como marcador de la hipoperfusión tisular y metabolismo anaerobio. Múltiples estudios han correlacionado los aumentos de los niveles de lactato con la mortalidad en pacientes con alguna variedad de enfermedad crítica. Sin embargo, los estudios que utilizan al lactato como un punto final de reanimación para mejorar la supervivencia han sido inconclusos. Una explicación del porque la dificultad de usar el lactato como punto final de la resucitación es que la producción del lactato ocurre debido a estímulos no hipóxicos.

La hiperlactatemia en los pacientes críticamente enfermos no siempre es debida solo a la hipoxia celular. Descrita como acidosis no hipóxica o acidosis tipo B, las elevaciones del lactato sérico pueden ocurrir durante la perfusión normal o después de que la hipoperfusión se ha corregido. La producción de lactato puede estar incrementada durante estados de hiperglucólisis. Estados excesivos de catecolaminas se han encontrado como estimulantes de la glucólisis a una velocidad que excede la capacidad oxidativa de la mitocondria y lleva a una acidosis tipo B. El aumento de la glucólisis del músculo esquelético y del hígado resulta en aumentos tanto en la producción de piruvato como de lactato, manteniendo así la relación de lactato a piruvato. El incremento del piruvato resultante es después metabolizado a lactato a una velocidad mas alta de lo normal. Los estados hiperadrenérgicos son comunes en las UCI pediátricas e incluyen la administración exógena de catecolaminas y desordenes asociados con una respuesta inflamatoria sistémica severa (p. ej. lesión pulmonar aguda, trauma, sepsis, quemaduras). La acidosis tipo A o B pueden ser mas acentuadas en la presencia de metabolismo hepático disminuido y/o depuración renal disminuida.

La hiperlactatemia puede ocurrir también debido a efectos de drogas o toxinas. Cualquier droga que intervenga en el ciclo del TCA o la fosforilación oxidativa puede llevar a una producción excesiva de lactato. Estos medicamentos incluyen metformina, salicilatos, inhibidores de la HMG CoA reductasa, cianuro, hierro y propofol. Los errores innatos del metabolismo se pueden presentar con una elevación importante del lactato sérico. Algunos ejemplos de errores innatos del metabolismo que pueden presentarse con acidosis láctica incluyen la deficiencia de piruvato deshidrogenasa, deficiencia de la piruvato descarboxilasa, deficiencia de glucosa-6-fosfatasa, deficiencia de fructosa-1,6-difosfatasa y desordenes mitocondriales. Además, ciertos tumores se asocian con hiperlactatemia. Finalmente, la hiperlactatemia puede estar causada por una elevación en el isómero D del lactato. Esto se observa usualmente en estados de sobre crecimiento bacteriano intestinal como en el síndrome de intestino corto[1].

El uso del ultrasonido con diagnóstico limitado y ecocardiografía enfocada (FoCUS) en el cuidado del paciente pediátrico críticamente enfermo se ha ampliado. Cuando se utiliza en cuidados críticos cardíacos, se debe realizar FoCUS para responder preguntas específicas y debe interpretarse en el contexto clínico en el que se obtuvo. La aplicación del ultrasonido en cuidados intensivos para la evaluación cardiovascular debe ser de corta duración, utilizarse como un complemento no en lugar de la exploración física y generalmente debe limitarse a la evaluación de los siguientes: función ventricular sistólica, regurgitación valvular y estenosis, presión arterial sistólica pulmonar, el espacio pericárdico y el estado del volumen intravascular[7].



La ecocardiografía es el método clínico más común para evaluar la función del miocardio en la sepsis, siendo la fracción de acortamiento (FA) y la fracción de eyección (FE) las mediciones cuantitativas más utilizadas de la función sistólica global[13]

### **Técnicas de entrenamiento e imagen**

Históricamente, la ecocardiografía interpretada por un cardiólogo ha sido la modalidad de imagenología de primera línea de elección en los cuidados críticos para delinear la enfermedad cardíaca no comprendida con los datos clínicos disponibles. Recientemente, el uso de ecocardiografía limitada o FoCUS por parte de proveedores no entrenados en cardiología se ha convertido en un proceso habitual. Los ecocardiogramas transtorácicos limitados son cada vez más realizados e interpretados por intensivistas pediátricos y adultos, anestesiólogos y médicos de medicina de urgencias. Los currículos de residentes de medicina de emergencia incluyen formalmente educación de ultrasonido incluyendo ecocardiogramas, una práctica que es apoyada por la Sociedad Americana de Ecocardiografía. El advenimiento de plataformas de ultrasonido portátiles y económicas que producen imágenes de alta calidad ha contribuido al uso evolutivo de la ecocardiografía como una modalidad de monitorización aguda, que permite a los médicos de cuidados intensivos realizar un estudio oportuno y preciso para establecer un diagnóstico y monitorizar las respuestas a intervenciones. Con este enfoque, la ecocardiografía desempeña un papel integral en el tratamiento agudo de pacientes críticamente enfermos.

Los estudios han demostrado que con una capacitación adecuada, la exactitud de estos estudios realizados por no cardiólogos es muy buena. Las directrices y recomendaciones internacionales han esbozado las características de un examen FoCUS: 1) dirigido a objetivos, 2) orientado a problemas, 3) limitado en alcance, 4) simplificado, 5) sensible al tiempo y repetible, 6) cualitativo o semicuantitativo, 7) realizado en el punto de atención y 8) generalmente realizado por médicos. El uso de FoCUS no pretende reemplazar el examen ecocardiográfico completo y las preguntas clínicas más allá del alcance de FoCUS deben confirmarse mediante una evaluación ecocardiográfica completa y una consulta de cardiología[7].

### **Función contráctil del ventrículo izquierdo.**

El acortamiento de la fibra muscular del ventrículo genera el volumen sistólico y, por lo tanto, el gasto cardíaco. El grado de acortamiento muscular o contractilidad se describe mejor mediante el análisis de los bucles presión-volumen, pero este método no es factible en la práctica clínica habitual. La evaluación clínica del rendimiento contráctil ventricular se ha basado en mediciones imperfectas e indirectas que son sensibles a los cambios en las condiciones de carga, como los volúmenes ventriculares, el gasto cardíaco y la fracción de eyección (FE). Los índices ecocardiográficos únicos de la función contráctil del miocardio también se han derivado y validado[14].

### **Evaluación de la función ventricular.**

La función del miocardio es una entidad compleja influenciada por una serie de dinámicas que cambian rápidamente, incluidas la precarga, la poscarga, la frecuencia cardíaca y la contractilidad. Los dos índices de fase de eyección más comunes para evaluar la función sistólica son la fracción de eyección (EF) y el acortamiento fraccional (FA). Ambas medidas dependen de las condiciones de carga (es decir, precarga y poscarga). El aumento de la precarga como ocurre con la regurgitación valvular auriculoventricular o semilunar aumentará el volumen telediastólico (VTD) y la FE, mientras que el aumento de la poscarga disminuirá el volumen sistólico y la FE con ningún estado indicativo de una alteración en la función miocárdica intrínseca (es decir contractilidad).

La FA evalúa el cambio en el diámetro del eje corto del ventrículo izquierdo basado en el análisis del movimiento de la pared en 1D o la ecocardiografía en modo M. La principal limitación de esta técnica es que no se puede suponer que la contracción del ventrículo izquierdo sea completamente

uniforme o simétrica y que el rastreo en modo M no capte las diferencias regionales en el movimiento de la pared y el engrosamiento de la pared. La FA se calcula utilizando la dimensión diastólica final (EDD) y la dimensión sistólica final (ESD) del ventrículo con la ecuación:  $FS (\%) = (EDD - ESD) / EDD \times 100$ .

La imagen bidimensional mide la función sistólica del ventrículo izquierdo al cuantificar los cambios en el volumen ventricular durante el ciclo cardíaco. La vista ecocardiográfica 2D estándar se realiza en la vista apical de cuatro o dos cámaras. La FE se calcula utilizando el método de Simpson o Simpson modificado, que divide el ventrículo izquierdo en cilindros o discos y utiliza el radio y la longitud de los discos múltiples medidos para calcular los volúmenes del ventrículo izquierdo:  $EF (\%) = EDV - ESV / EDV \times 100$ , donde EDV y ESV son volumen telediastólico y telesistólico respectivamente. Las limitaciones de este método incluyen lo siguiente: dependencia de una cámara elíptica o en forma de bala (que limita su uso a una evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo), delineación óptima de la interfaz endocárdico-sanguínea y posible acortamiento de la longitud del ventrículo izquierdo. Además en niños con altas frecuencias cardíacas el ecocardiograma puede no capturar los verdaderos extremos del ciclo cardíaco. Para aquellos con experiencia en la lectura de ecocardiogramas existe una muy buena correlación entre las FE calculadas visualmente y las medidas.

La evaluación de la función sistólica del ventrículo derecho por ecocardiografía tiene varias limitaciones. El ventrículo derecho carece de una geometría uniforme que impide la realización de evaluaciones ecocardiográficas 2D cuantitativas del volumen sistólico. Sin embargo, la ecografía sigue siendo una herramienta importante para evaluar la función sistólica del ventrículo derecho cualitativo, así como las etiologías de la patología ventricular derecha y la hipertensión pulmonar.

FoCUS y la capacitación limitada en ecocardiografía dirigida a los objetivos se deben integrar en los programas de capacitación en atención crítica pediátrica y las altas especialidades, como la atención crítica cardíaca. La utilidad de los exámenes depende de la calidad de las imágenes y la capacidad de interpretar correctamente el estudio. Aunque no existen estándares para el entrenamiento, idealmente todos los exámenes FoCUS y los ecocardiogramas limitados deben ser respaldados por un servicio completo de cardiología y capacidades ecocardiográficas para confirmar y elaborar los hallazgos. El entrenamiento en FoCUS pediátrico debe incluir facetas de los fundamentos de ultrasonido, la anatomía cardíaca y las modalidades para evaluar la función ventricular izquierda y derecha. Aunque múltiples autores han informado sobre sus exitosas experiencias institucionales con el desarrollo de un currículo de ultrasonido cardíaco para cuidados críticos pediátricos específicos, faltan recomendaciones de estandarización y entrenamiento de consenso para la medicina de cuidados críticos pediátricos. Se deben desarrollar pautas de capacitación estandarizadas para FoCUS y ecocardiografía limitada para garantizar una atención segura, costo-efectiva y uniforme[7].

Las condiciones que conducen a la inestabilidad hemodinámica se producen con frecuencia en unidades de cuidados intensivos (UCI) y salas de emergencia (SE). La evaluación del estado hemodinámico del paciente debe basarse en indicadores que evalúen la función cardíaca y el estado del volumen, no solo en los hallazgos del examen físico que podrían ser imprecisos e insuficientes. Por lo tanto, el uso de métodos de monitoreo hemodinámico es esencial, en particular las opciones no invasivas. El ecocardiograma transtorácico, que es un método ampliamente utilizado para evaluar la función cardíaca en la UCI y la sala de emergencias, es una herramienta valiosa para diagnosticar, controlar y tratar a pacientes con enfermedades críticas. Estudios previos han demostrado que los datos obtenidos de los ecocardiogramas cuando son realizados por ecocardiografistas experimentados en la UCI pueden dar como resultado un tratamiento mejorado en el 40% de los pacientes. Una revisión reciente de la monitorización hemodinámica en pacientes pediátricos enfatizó la importancia de la ecocardiografía como una herramienta para evaluar la función cardíaca en niños críticamente enfermos.

Los conceptos de ecocardiografía de cuidado crítico (ECC) y ecografía cardíaca focalizada (FOCUS) se han desarrollado en la última década y consisten en un examen que es realizado e interpretado por el médico no ecocardiografista como una extensión de la examen físico y como parte de una evaluación de seguimiento hemodinámico. La ECC comprende dos niveles (básico y avanzado). El ECC básico, que es similar al FOCUS, se define como una evaluación realizada de forma objetiva y con objetivos para evaluar un número limitado de cuestiones clínicas, como la presencia de hipovolemia, ventrículo izquierdo (VI) y ventrículo derecho (VD), disfunción, derrame pericárdico (DP) / taponamiento cardíaco e insuficiencia valvular significativa.

En 2011, los expertos en cuidados intensivos concluyeron que la ECC básico debería ser un componente requerido de la capacitación de cada médico de la UCI y que un programa teórico debe tener un mínimo de 10 horas. Más recientemente, la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía reafirmó el papel de FOCUS como un plan de estudios básico para toda la formación de residentes médicos. Múltiples grupos de subespecialistas han expresado su interés en utilizar ecografías cardíacas enfocadas, incluidos neonatólogos, intensivistas pediátricos / médicos / quirúrgicos, anestesiólogos y traumatólogos. Sin embargo, no existe un consenso con respecto a un diseño curricular práctico para transmitir el conocimiento y las habilidades técnicas requeridas para permitir a estos médicos realizar el módulo ECC / FOCUS básico[9].

Las recomendaciones de estas pautas deben usarse en el contexto del cuadro clínico y no deben invalidar el juicio. Este documento establece recomendaciones respaldadas por evidencia de calidad variada pero no apunta a definir el estándar de cuidado[10].

Aunque varias tecnologías que incluyen el análisis de contorno de pulso, la termodilución transpulmonar y la biorreactancia han demostrado ser prometedoras en la evaluación de pacientes críticos, la ecografía cardíaca al pie de cama (ECPC) es una técnica establecida para evaluar la función cardíaca

Recomendamos que la evaluación de la función sistólica del VI se intente en todos los pacientes con enfermedad cardíaca preexistente o adquirida en la UCI para comprender mejor las limitaciones de la reanimación con líquidos y la elección de medicamentos inotrópicos y vasoactivos. Grado 1C[11]

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Demostrar la correlación que existe entre la fracción de eyección y acortamiento medida por método de Teichholz con el lactato sérico y saturación venosa central.

### **OBJETIVOS SECUNDARIOS**

1. Evaluar la correlación entre los valores ecocardiográficos entre el residente y el cardiólogo pediatra.
2. Evaluar los valores obtenidos considerando los inotrópicos usados y las dosis de estos.
3. Interpretar los resultados considerando la modalidad de ventilación mecánica y la sedación del paciente.

## **HIPÓTESIS**

La disminución del lactato sérico y saturación venosa central dependen de una fracción de eyección y fracción de acortamiento menores de los valores normales establecidos.

## **JUSTIFICACIÓN**

En caso de demostrar que la fracción de eyección y fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo medida por método de Teichholz se correlaciona con las alteraciones en la saturación venosa central y lactato sérico se podrá omitir la monitorización invasiva en algunos pacientes y/o toma de decisiones agudas en el manejo del paciente pediátrico en estado crítico a nivel de cama, logrando establecer el ecocardiograma como una herramienta de guía rápida y fidedigna.

Así mismo al demostrar que el residente de terapia intensiva es capaz de realizar dichas mediciones, este podría ser una importante apoyo en el manejo y estabilización del paciente, ya que la demanda de cardiólogos pediatras no ha sido completada en muchas instituciones y existen muchas terapias intensivas sin personal capacitado para realizar evaluaciones inmediatas en pacientes críticos.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **GENERALIDADES**

Se usara un muestreo no probabilístico en una muestra consecutiva de pacientes hospitalizados, (n= 25). Se realizará un estudio de tipo transversal, observacional y analítico. Consistiendo en realizar un ecocardiograma al ingreso, durante y al egreso correlacionando la FEVI y la FA con una muestra del catéter venoso central para medición de lactato y saturación venosa central. La toma de ecocardiograma y muestra sanguínea estará a cargo del investigador del estudio, del medico adscrito de cardiología y terapia intensiva pediátrica. Esta unidad asiste a pacientes dentro de 28 días y 17 años cuenta con 5 camas con un total de 96 pacientes en promedio egresados al año. Los datos recopilados se vaciaran en una base de datos en Excel Microsoft Office en la cual se realizara una parte del análisis estadístico descriptivo con el apoyo de SPSS 22 calculando medidas de tendencia central, se realizará regresión logística para controlar el efecto de ventilación mecánica, apoyo aminérgico y sedación. Así como correlación entre las variables y un modelo de regresión lineal para poder explicar el efecto de las variables dependientes. Se utilizarán intervalos de Confianza del 95%.

### **SITIO DE ESTUDIO**

El sitio de estudio se desarrollará en el área de terapia intensiva pediátrica del Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos del ISSSTE.

### **SUJETOS DE ESTUDIO**

Todos los pacientes hospitalizados en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del 1° de enero del 2017 al 30 de septiembre de 2017.

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

#### **Criterios de inclusión**

Todo paciente pediátrico que ingrese a la UTIP para manejo o vigilancia.

#### **Criterios de exclusión**

Todo paciente con diagnostico previo de cardiopatía congénita compleja.

Todo paciente con diagnostico previo de miocardiopatía dilatada.

Todo paciente que no cuente con acceso venoso central.

#### **Criterios de eliminación**

No se consideran criterios de eliminación.

## **FUENTE DE DATOS**

Para las variables independientes los datos serán obtenidos durante la realización de ecocardiograma y gasometría venosa central, se elaborara una hoja en Excel Microsoft Office 2015 para recolectar los datos.

## **VARIABLES DEL ESTUDIO**

Para el estudio presente se manejaran como variables independientes la fracción de eyección y fracción de acortamiento, como variables dependientes se tomaron la saturación venosa central lactato sérico.

## **IMPLICACIONES ÉTICAS**

El proyecto se ajustó al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud así como a la Declaración de Helsinki adoptada en junio de 1964. Sin embargo el único compromiso de los investigadores será mantener la respectiva confidencialidad.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, este estudio es considerando sin riesgo debido a que es un estudio observacional.

Este proyecto fue revisado y aceptado por el Comité de Ética e Investigación con número de registro 105/2018



## RESULTADOS.

Se realizó el análisis con el programa SPSS 22.0, de 25 pacientes que ingresaron a la terapia intensiva pediátrica (Tabla 1 Valores demográficos).

Tabla 1. Valores Demográficos

	N = 25 pacientes
Edad _ Meses (Min – Max)	93.36 (1-204)
Sexo	Masculino 20 Femenino 5
Ventilación	Presión Control 9 Volumen Control 5 Sin ventilación Mecánica 11
Peso (Kg) (Min – Max)	29.9 (3-85)
Talla (cm) (Min – Max)	114.4 (48-176)
Apoyo aminérgico	Adrenalina 8 Noradrenalina 4 Dobutamina 7 Ninguna 8

Posteriormente se procedió a realizar la limpieza de la base de datos, por tener datos faltantes, se analizaron con pruebas de normalidad las variables a sustituir Tabla 2, datos se desglosan las variables con faltantes y con que se sustituyeron.

Tabla 2. Sustitución de variables faltantes

VARIABLE	FALTANTES (%)	Media/Mediana/Moda	Prueba de Normalidad	TIPO DE DISTRIBUCIÓN: GRÁFICOS- SESGO- KURTOSIS	VALOR SUSTITUIDO
<b>FEVI%Cardio</b>	24%	Mediana	Gráfica, Kurtosis Y Relación con media y DE	Paramétrica	66.47
<b>FA%Cardio</b>	24%	Mediana	Gráfica, Kurtosis Y Relación con media y DE	Paramétrica	36
<b>DSVI Cardio</b>	24%	Mediana	Gráfica, Kurtosis Y	Paramétrica	2.38

			Relación con media y DE		
<b>DDVI Cardio</b>	24%	Mediana	Gráfica, Kurtosis Y Relación con media y DE	Paramétrica	3.66
<b>SvcO2</b>	8%				Por se la variable Dependiente no se sustituye

Se realizó una correlación (Tabla 3) para contestar la pregunta de investigación, pero con la N obtenida de 25 pacientes no se encontró correlación significativa entre la función ventricular medida por ecocardiografía ni los valores invasivos como lactato y saturación venosa. Además, se corrió un modelo de regresión lineal entre los mismos datos sin poder explicar el efecto de la variable dependiente sobre la independiente, con modelos sin diferencias estadísticamente significancias entre FEVI – DDVI y el Lactato (Tabla 4) o SvO2 (Tabla 5).

Tabla 3. Correlación lineal entre las mediciones ecocardiográficas y el lactato

**Correlaciones**

		Valor de Lactato	FEVI	DDVI
Valor de Lactato	Correlación de Pearson	1	.340	-.246
	Sig. (bilateral)		.097	.236
	N	25	25	25
FEVI	Correlación de Pearson	.340	1	-.162
	Sig. (bilateral)	.097		.438
	N	25	25	25
DDVI	Correlación de Pearson	-.246	-.162	1
	Sig. (bilateral)	.236	.438	
	N	25	25	25

Tabla 4. Modelo de Regresión Lineal utilizando modelos con Fracción de Eyección y Diámetros diastólicos del VI y los valores de Lactato.

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-.221	2.115		-.105	.918
	FEVCardio	.028	.025	.251	1.110	.279
	DDVI Cardio	-.047	.201	-.053	-.235	.817

a. Variable dependiente: Valor de Lactato

Tabla 5. Modelo de Regresión Lineal utilizando modelos con Fracción de Eyección y Diámetros diastólicos del VI y la Saturación venosa Central.

**Correlaciones**

		FEVI	DDVI	SvO2
FEVI	Correlación de Pearson	1	-.162	-.116
	Sig. (bilateral)		.438	.600
	N	25	25	23
DDVI	Correlación de Pearson	-.162	1	.168
	Sig. (bilateral)	.438		.442
	N	25	25	23
SvO2	Correlación de Pearson	-.116	.168	1
	Sig. (bilateral)	.600	.442	
	N	23	23	23

## CORRELACIÓN INTRACLASE

Como objetivo secundario de la tesis, se quería encontrar evidencia sobre la efectividad del ecocardiograma funcional realizado por el residente de terapia intensiva pediátrica, por lo que realizaron 3 análisis de correlación intraclase comparando las mediciones del cardiólogo pediatra: A) Global, B) Analizando la primera mitad de ecocardiogramas y C) analizando la segunda mitad de los ecocardiogramas

La evaluación de la correlación se utilizó un modelo combinado bidireccional, porque la totalidad de los evaluadores estaban tomándose en cuenta. Recordando que un valor de correlación intraclase mayor o igual a 0.60 es de alto nivel la consistencia interevaluador.

A) Global

Se encontró una correlación intraclase de la FEVI de 0.62, de la FA de 0.58, del DSVI 0.73 y de DDVI 0.71.

Tabla 6. Correlación Global intraclase de la FEVI

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.452 <sup>a</sup>	.077	.715	2.647	24	24	.010
Medidas promedio	.622 <sup>c</sup>	.143	.834	2.647	24	24	.010

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 7. Correlación Global intraclase de la FA

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.412 <sup>a</sup>	.028	.690	2.401	24	24	.018
Medidas promedio	.584 <sup>c</sup>	.055	.816	2.401	24	24	.018

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 8. Correlación Global intraclase del DSVI

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.587 <sup>a</sup>	.257	.794	3.838	24	24	.001
Medidas promedio	.739 <sup>c</sup>	.409	.885	3.838	24	24	.001

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 9. Correlación Global intraclase del DDVI

**Coefficiente de correlación intraclassa**

	Correlación intraclassa <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.561 <sup>a</sup>	.220	.779	3.552	24	24	.001
Medidas promedio	.718 <sup>c</sup>	.361	.876	3.552	24	24	.001

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

B) Primera mitad de casos

Se encontró una correlación intraclassa de la FEVI de 0.51, de la FA de 0.42, del DDVI 0.56 y de DSVI 0.53.

Tabla 10. Correlación Primera mitad intraclassa de la FEVI

**Coefficiente de correlación intraclassa**

	Correlación intraclassa <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.343 <sup>a</sup>	-.260	.753	2.042	11	11	.126
Medidas promedio	.510 <sup>c</sup>	-.701	.859	2.042	11	11	.126

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 11. Correlación Primera mitad intraclassa de la FA

**Coefficiente de correlación intraclassa**

	Correlación intraclassa <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.266 <sup>a</sup>	-.337	.714	1.724	11	11	.190
Medidas promedio	.420 <sup>c</sup>	-1.015	.833	1.724	11	11	.190

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 12. Correlación Primera mitad intraclassa del DSVI

**Coefficiente de correlación intraclassa**

	Correlación intraclassa <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.397 <sup>a</sup>	-.200	.779	2.316	11	11	.090
Medidas promedio	.568 <sup>c</sup>	-.500	.876	2.316	11	11	.090

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 13. Correlación Primera mitad intraclase del DDVI

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.367 <sup>a</sup>	-.233	.765	2.162	11	11	.108
Medidas promedio	.537 <sup>c</sup>	-.607	.867	2.162	11	11	.108

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

C) Segunda mitad de casos

Se encontró una correlación intraclase de la FEVI de 0.68, de la FA de 0.68, del DDVI 0.85 y de DSVI 0.83.

Tabla 14. Correlación Segunda mitad intraclase de la FEVI

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.523 <sup>a</sup>	-.012	.826	3.197	12	12	.027
Medidas promedio	.687 <sup>c</sup>	-.025	.905	3.197	12	12	.027

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 15. Correlación Segunda mitad intraclase de la FA

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.522 <sup>a</sup>	-.015	.825	3.181	12	12	.028
Medidas promedio	.686 <sup>c</sup>	-.030	.904	3.181	12	12	.028

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 16. Correlación Segunda mitad intraclase del DSVI

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.741 <sup>a</sup>	.344	.913	6.711	12	12	.001
Medidas promedio	.851 <sup>c</sup>	.512	.955	6.711	12	12	.001

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

Tabla 17. Correlación Segunda mitad intraclase del DDVI

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1	df2	Sig
Medidas únicas	.730 <sup>a</sup>	.322	.909	6.397	12	12	.002
Medidas promedio	.844 <sup>c</sup>	.488	.952	6.397	12	12	.002

Modelo de efectos combinados bidireccionales donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

## **DISCUSIÓN.**

El objetivo del estudio principal era encontrar una relación entre los valores no invasivos (ecocardiográficos) y los valores invasivos (SvO<sub>2</sub> y Lactato), para poder guiar el manejo de terapia intensiva sin depender de los parámetros invasivos que tienen una mayor sensibilidad y especificidad sobre las condiciones hemodinámicas invasivas.

En el presente estudio transversal, observacional y analítico, los resultados presentados no muestran una relación entre ambos parámetros, por lo que no encontramos suficiente evidencia para poder discriminar únicamente con el estudio ecocardiográfico cuales pacientes se encuentran con una condición de inestabilidad hemodinámica y poder guiar el manejo prescindiendo de los parámetros invasivos. La mayor limitante en nuestro estudio fue el tamaño así como la homogeneidad de la muestra. Por lo que es importante continuar con el estudio así como valorar comparar con nuevos parámetros no invasivos, accesibles de tomar para el residente en formación de ecocardiografía funcional, como lo es el tamaño de la vena cava inferior y el índice de colapso de la misma.

El hallazgo que si demostró una evidencia importante es el resultado de la correlación intraclase de la medición intraclase de los parámetros ecocardiográficos. La primer etapa consistió en la formación teórica de la anatomía y fisiología cardiaca, conceptos básico de ecocardiografía y el uso del equipo. Posteriormente se realizó práctica con 10 pacientes en conjunto entre el médico adscrito de cardiología y el residente de terapia intensiva. Posteriormente se inició con el presente estudio tomando cada uno las mediciones aquí descritas de manera individual, encontrando al final que después de 12 ecocardiogramas la correlación intraclase alcanzó valores entre 0.70 y 0.80, siendo muy altos para un estudio con desventajas por ser operador dependiente. El estudio de ecocardiografía funcional está descrito en otros países y el programa no se ha logrado implementar en nuestro país, pero este estudio demuestra la factibilidad, además de tener mucho mayor valor por la falta de personal médico en nuestro medio.



## **CONCLUSIONES.**

Es necesario continuar con el estudio y tener una muestra de mayor tamaño para poder descartar o encontrar relación entre los parámetros invasivos y no invasivos. Es de vital importancia, pero sobre todo factible preparar a los residentes en formación de terapia intensiva como operadores de ecocardiografía funcional.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Frank AM. Assessment of Cardiovascular Function. En: Steven EL, Frank AM, Robert FT, Neal JT, editors. *Pediatric critical care study guide*. London: Springer; 2012. p. 123-26.
2. Ronald AB, Neil CS. Hemodynamic monitoring. En: David GN, Donald HS, editors. *Rogers' textbook of pediatric intensive care*. 5a edición: Wolters kluwer; 2015. p. 1128-29.
3. Abraham J, Abraham TP. The Role of Echocardiography in Hemodynamic Assessment in Heart Failure. *Ultrasound Clin*. 2009; 4(2): 149–66.
4. Lanspa MJ, Pittman JE, Hirshberg EL, Wilson EL, Olsen T, Brown SM, et al. Association of left ventricular longitudinal strain with central venous oxygen saturation and serum lactate in patients with early severe sepsis and septic shock. *Crit Care*. 2015; 1–9.
5. Nadkarni M, Berg RA, Topjian AA, et al. Association of Left Ventricular Systolic Function and Vasopressor Support with Survival Following Pediatric Out of Hospital Cardiac Arrest. *Pediatr Crit Care Med*. 2015; 16(2): 146–154.
6. Ranjit S, Kissoon N. Bedside echocardiography is useful in assessing children with fluid and inotrope resistant septic shock. *Indian J Crit Care Med*. 2013; 17(4):224–31.
7. Klugman D, Berger JT. Echocardiography and Focused Cardiac Ultrasound. *Pediatr Crit Care Med*. 2016;17(8 Suppl 1):S222–4.
8. Su E, Pustavoitau A, Hirshberg EL, Nishisaki A, Conlon T, Kantor DB, et al. Establishing Intensivist-Driven Ultrasound at the PICU Bedside—It's About Time\*. *Pediatr Crit Care Med*. 2014; 15(7):649–52.
9. Gaspar HA, Morhy SS, Lianza AC, Carvalho WB De, Andrade JL. Focused cardiac ultrasound: a training course for pediatric intensivists and emergency physicians. *BMC Med Educ*. 2014; 14(25):1–10.
10. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, Blaivas M, Desai H, Evans D, et al. Guidelines for the Appropriate Use of Bedside General and Cardiac Ultrasonography in the Evaluation of Critically Ill Patients—Part I: *Crit Care Med*. 2015; 43(11):2479–2502.
11. Levitov A, Frankel HL, Blaivas M, Kirkpatrick AW, Su E, Evans D, et al. Guidelines for the Appropriate Use of Bedside General and Cardiac Ultrasonography in the Evaluation of Critically Ill Patients—Part II: *Crit Care Med*. 2016; 44(6):1206-27.
12. Ochagavía A, Baigorri F, Mesquida J, Ayuela JM, Ferrándiz A, García X. Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. *Med Intensiva*. 2014;38(3):154-169.
13. Haileselassie B, Su E, Pozios I, Fiskum T, Thompson R, Abraham T. Strain Echocardiography Parameters Correlate With Disease Severity in Children and Infants With Sepsis. *Pediatr Crit Care Med*. 2016;17(5):383–90.
14. Gaspar HA, Morhy SS. The Role of Focused Echocardiography in Pediatric Intensive Care: A Critical Appraisal. *Biomed Res Int*. 2015; (596451):1-7.