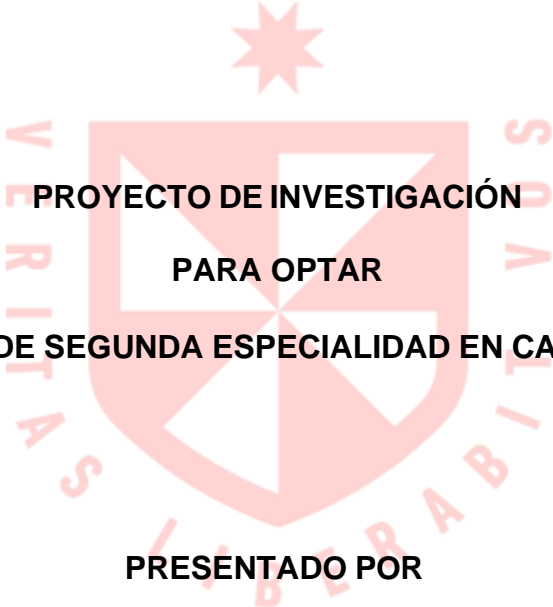


FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
UNIDAD DE POSGRADO

**CARDIOMIOPATÍA POR SEPSIS POR STRAIN LONGITUDINAL  
GLOBAL EN PACIENTES SÉPTICOS DE LA UNIDAD DE  
CUIDADOS INTENSIVOS DE UNA CLÍNICA PRIVADA, 2024 - 2025**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CARDIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR**

**ENRIQUE SAUL PUMA QUISPE**

**ASESOR**

**GAVILANO BULEJE DELFIN DIODORO**

**LIMA - PERÚ**

**2024**



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada  
CC BY-NC-ND**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
UNIDAD DE POSGRADO**

**CARDIOMIOPATÍA POR SEPSIS POR STRAIN LONGITUDINAL  
GLOBAL EN PACIENTES SÉPTICOS DE LA UNIDAD DE  
CUIDADOS INTENSIVOS DE UNA CLÍNICA PRIVADA, 2024 - 2025**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PARA OPTAR**

**EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CARDIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR  
ENRIQUE SAUL PUMA QUISPE**

**ASESOR:  
GAVILANO BULEJE DELFIN DIODORO**

**LIMA, PERÚ**

**2024**

NOMBRE DEL TRABAJO

**CARDIOMIOPATÍA POR SEPSIS POR STR  
AIN LONGITUDINAL GLOBAL EN PACIEN  
TES SÉPTICOS DE LA UNIDAD DE CUID**

AUTOR

**ENRIQUE SAUL PUMA QUISPE**

RECuento de palabras

**8999 Words**

RECuento de caracteres

**53187 Characters**

RECuento de páginas

**42 Pages**

Tamaño del archivo

**5.1MB**

Fecha de entrega

**Oct 28, 2024 9:48 AM GMT-5**

Fecha del informe

**Oct 28, 2024 9:49 AM GMT-5**

● **13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

# ÍNDICE

	<b>Págs</b>
<b>PORTADA.....</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>iii</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la situación problemática .....	1
1.2 Formulación del problema .....	4
1.3 Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1 Objetivo general .....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.4.1. Importancia de la investigación .....	5
1.4.2. Viabilidad.....	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 Antecedentes de la investigación .....	9
2.2 Bases teóricas.....	13
2.3 Definición de términos básicos.....	25

<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....</b>	<b>28</b>
3.1 Formulación de la hipótesis.....	28
3.2 Variables y su operacionalización .....	28
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
4.1 Diseño metodológico.....	30
4.2 Diseño muestral .....	30
4.3 Técnicas y procedimientos de recolección de datos .....	32
4.4 Procesamiento y análisis de datos .....	33
4.5 Aspectos éticos .....	34
<b>CRONOGRAMA .....</b>	<b>35</b>
<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>36</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS</b>	
1. Matriz de consistencia	
2. Instrumentos de recolección de datos	
3. Consentimiento informado	

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la situación problemática**

La sepsis continúa siendo una amenaza creciente para la salud pública, con un impacto significativo en las áreas de cuidados críticos. Los avances en la definición y caracterización de la sepsis y sus complicaciones han permitido una comprensión más precisa de su magnitud y gravedad. A nivel global, sigue representando un reto considerable.

En los Estados Unidos, se registran más de 970,000 casos de sepsis anualmente, con una creciente incidencia que ha aumentado un 8.7% cada año en las últimas dos décadas. La sepsis está ligada a más del 50% de las muertes hospitalarias, subrayando su impacto en la mortalidad en cuidados intensivos y la necesidad de enfoques más eficaces para su manejo.(1)

Aproximadamente un tercio de las muertes por sepsis ocurren en los primeros tres días tras el ingreso en la UCI, y las estrategias para prevenir estos desenlaces no han sido suficientemente investigadas. Se espera que la incidencia de sepsis continúe aumentando debido a factores como el envejecimiento poblacional, el aumento de enfermedades crónicas, el uso de tecnologías invasivas y la cada vez más creciente resistencia a los antibióticos.(2)

En Perú, la sepsis presenta altas tasas de mortalidad en pacientes ingresados en unidades críticas, con un 25,2% de fallecimientos durante la estancia en la UCI y un aumento al 30% a los 28 días (3). Este riesgo es especialmente elevado en personas mayores de 65 años, quienes son particularmente vulnerables a la sepsis. A nivel global, el tratamiento de esta patología tiene un impacto económico significativo, con costos estimados en 16,7 billones de dólares anuales en Estados Unidos y 7,6 billones de euros en la Comunidad Económica Europea (4); en. No obstante, en Perú aún no se dispone de datos específicos que permitan evaluar con precisión el costo económico asociado a la sepsis en las unidades críticas.

La Cardiomiopatía inducida por Sepsis es una disfunción cardíaca temporal que afecta la función sistólica del corazón y puede identificarse por ecocardiografía.(5) A pesar de su relevancia clínica, este síndrome ha recibido poca atención en ciertos contextos, y su incidencia no está claramente definida. Sin embargo, se reconoce que tiene un gran impacto en el pronóstico de los ingresados en unidades de cuidados críticos. Se estima que alrededor del 25% de los pacientes con sepsis severa y hasta el 50% de aquellos con shock séptico presentan una disminución en la Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo (FEVI), independientemente de si los índices cardíacos son bajos o altos. Actualmente en nuestro país, dentro de las Unidades de Cuidado Intensivo (UCI) el estudio de la función sistólica del ventrículo izquierdo se realiza mediante las técnicas ecocardiograficas bidimensionales (2D) y Doppler Tisular, técnicas que han demostrado tener una variabilidad interobservador importante, además de depender de la pericia del operador, por lo que hay mayores errores en el diagnóstico.(6,7)



El Speckle Tracking 2D, una técnica avanzada de ecocardiografía bidimensional, permite evaluar de manera objetiva y cuantitativa la función miocárdica tanto general como regional. Esta tecnología mide la deformación miocárdica (strain) fotograma a fotograma, evaluando el movimiento del ventrículo izquierdo en tres dimensiones: radial, circunferencial y longitudinal. El parámetro más relevante es el Strain Longitudinal Global (SLG), que se correlaciona estrechamente con la contractilidad miocárdica y es un marcador sensible para detectar disfunción sistólica. En pacientes con miocardiopatía inducida por sepsis, una reducción del SLG es un indicador temprano de disfunción miocárdica y se asocia con un pronóstico desfavorable.(6)

La valoración pronta y sobre todo precisa de la función ventricular en los pacientes sépticos mediante el Strain Longitudinal Global (SLG) puede mejorar significativamente la precisión diagnóstica, permitiendo intervenciones más rápidas y reduciendo la mortalidad al detectar tempranamente la miocardiopatía inducida por sepsis. Esto también optimizaría los tratamientos, reduciendo costos y acortando la estancia hospitalaria. Además, el uso de SLG tiene la ventaja de requerir una capacitación simple para el personal médico, facilitando su implementación en las UCI de hospitales tanto públicos como privados.

En la actualidad, existe una notable falta de información tanto a nivel nacional como local sobre la cardiomiopatía por sepsis, así como en la evaluación de la función ventricular en pacientes sépticos utilizando técnicas tradicionales como la ecocardiografía bidimensional y el Doppler tisular, siendo más escasos los estudios con técnicas de vanguardia, como el *speckle tracking*. Por ello, este estudio se propone determinar la incidencia de la cardiomiopatía séptica en unidades de cuidados

intensivos utilizando un procedimiento diagnóstico de muy alta precisión diagnóstica, como el análisis del Strain Miocárdico a través del *speckle tracking*, específicamente midiendo el Strain Longitudinal Global (SLG) del ventrículo izquierdo. Esto permitirá establecer la frecuencia de la cardiomiopatía séptica y evaluar la viabilidad de su diagnóstico ecocardiográfico en pacientes críticos por sepsis en nuestro contexto local.

## **1.2 Formulación del problema**

**¿Cuál es la incidencia de la cardiomiopatía por sepsis evaluada por el valor del Strain Longitudinal Global mediante la técnica de Speckle Tracking en pacientes con sepsis de la Unidad de Cuidados Intensivos de la Clínica San Pablo, desde octubre 2024 a septiembre del 2025?**

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Establecer la incidencia de la cardiomiopatía por sepsis evaluada por el valor del Strain Longitudinal Global mediante la técnica de Speckle Tracking en pacientes con sepsis, en pacientes con sepsis de la Unidad de Cuidados Intensivos de la Clínica San Pablo, 2024-2025.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- 1) Determinar el valor Strain Longitudinal Global (SLG) mediante la técnica de Speckle Tracking.
- 2) Determinar la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) por el método de Simpson de la ecocardiografía bidimensional.
- 3) Determinar la velocidad de e' septal del ventrículo izquierdo por la técnica de Doppler tisular.
- 4) Determinar valor de TAPSE y de la Fracción de acortamiento del ventrículo derecho (FACVD) por ecocardiografía bidimensional.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1. Importancia de la investigación**

La ecocardiografía ha sido fundamental en la evaluación no invasiva de pacientes críticos, desempeñando un papel esencial en el monitoreo rápido dentro de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). Las complicaciones hemodinámicas y cardiovasculares son comunes en los pacientes con sepsis, y la cardiomiopatía inducida por sepsis, caracterizada por disfunción miocárdica, suele manifestarse en etapas tempranas.(8)

Realizar un estudio centrado en determinar la incidencia de esta cardiomiopatía en pacientes de UCI, utilizando la técnica del Strain miocárdico mediante *Speckle Tracking*,

especialmente midiendo el *Strain Longitudinal Global* (SLG), supone un avance importante para el diagnóstico temprano y preciso de esta condición.

La sepsis en las unidades de cuidados intensivos (UCI) están asociadas con una alta mortalidad. Sin embargo, la cardiomiopatía inducida por sepsis, aunque común, suele estar subdiagnosticada. El uso del Speckle Tracking permite una detección más precisa de esta afección, superando las limitaciones de métodos convencionales como la ecocardiografía bidimensional, cuya medición de la fracción de eyección presenta mayor variabilidad entre operadores. En países en desarrollo como Perú, donde el acceso a tecnologías avanzadas es limitado, la ecocardiografía y nuevas técnicas no invasivas son esenciales para optimizar el pronóstico de los pacientes críticos. Estas herramientas permiten optimizar el uso de terapias inotrópicas y vasopresoras, evitando tanto la subdosificación, que puede comprometer la perfusión orgánica, como la sobredosificación, que podría causar daño miocárdico.

Al comprender mejor la función miocárdica a través de métodos avanzados, los especialistas pueden adaptar las intervenciones terapéuticas para mejorar la estabilidad hemodinámica del paciente y disminuir las complicaciones relacionadas con el tratamiento. La reducción de la mortalidad es un objetivo clave en el manejo de pacientes críticos. Un diagnóstico más temprano y preciso de la cardiomiopatía inducida por sepsis puede permitir intervenciones más oportunas y efectivas, lo que podría frenar la progresión de la disfunción orgánica múltiple. Además, esto podría acortar el tiempo de estancia total en la UCI y entonces también en los servicios de hospitalización,

mejorando el pronóstico del paciente y optimizando los recursos hospitalarios, lo cual es especialmente relevante en países con recursos limitados como Perú.(9)

La implementación del análisis del Strain miocárdico en la evaluación rutinaria de pacientes sépticos graves puede generar ahorros a largo plazo, ya que, aunque requiere una inversión inicial, los beneficios en la reducción de complicaciones y mejora de los desenlaces clínicos compensan los costos. En hospitales con recursos limitados, optimizar el uso de diagnósticos precisos es crucial, y esta tecnología puede jugar un papel clave en ese proceso. Al conocer la incidencia local de la cardiomiopatía por sepsis, se podrán crear protocolos de manejo más ajustados a la realidad peruana. Además, la adopción del Speckle Tracking exige que los médicos en áreas críticas se familiaricen con esta tecnología lo que conllevará en una mejora de la atención.

La justificación para estudiar la incidencia de la cardiomiopatía por sepsis mediante el *Strain Longitudinal Global* (SLG) utilizando la técnica de Speckle Tracking en Perú radica en la necesidad de adaptar tecnologías emergentes a las realidades locales para mejorar la atención médica temprana, para que sean una pieza clave, aprovechando las ventajas de ser un estudio no invasivo muy adecuado para el paciente crítico, lograremos así decisiones clínicas basadas en evidencia, asegurando intervenciones más efectivas y sostenibles.

En un país con un sistema de salud en desarrollo, como Perú, la implementación de herramientas avanzadas como el Strain miocárdico no solo optimiza la atención, sino que también fortalece la investigación médica nacional.

#### **1.4.2. Viabilidad**

**Tiempo y población de estudio:** Se realizará en un plazo adecuado de tiempo, de 12 meses, que permitirá un adecuado número de pacientes hospitalizados bajo los criterios establecidos de este estudio.

**Recursos:** Existen los recursos disponibles en la Unidad de Cuidados intensivos al contarse con Ecocardiógrafo marca General Electric Vivid 8, que cuenta con todo el software necesario para valorar mediante ambas técnicas ecocardiográficas (Speckle tracking y Eco Bidimensional), los demás materiales de logística y administrativos estarán a cargo y serán cubiertos por el investigador.

**Autorización y conflictos éticos:** La autorización y aprobación para su desarrollo se realizará por el área de Investigación de la Clínica San Pablo, al igual que se solicitará autorización a familiares directos y/o pacientes si fuera el caso que pueda firmar el consentimiento para participar del estudio.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

**Huang et al.** (10) realizaron en este año (2024) un estudio para evaluar el impacto de la precarga cardíaca sobre la deformación miocárdica (strain) en los pacientes con miocardiopatía por sepsis. El estudio incluyó a 70 pacientes en una UCI en China, quienes recibieron ecocardiografía transtorácica al ingreso y 24 horas después. Los pacientes se clasificaron según el índice de volumen diastólico final (LVEDVI). Se encontró que aquellos con LVEDVI bajo requerían más líquidos y mostraron mejoras significativas en la deformación cardíaca. Sin embargo, solo el grupo con LVEDVI normal presentó un aumento significativo en la poscarga tras la reanimación.

**Kim et al.** (11) presenta en el año 2023 un estudio en 162 pacientes con shock séptico para analizar los cambios en la función ventricular izquierda y derecha mediante ecocardiografía transtorácica, y su relación con la mortalidad a 7 días y durante la hospitalización. La disfunción del ventrículo izquierdo, evaluada a través de la deformación longitudinal global (superior a -16%), se asoció con una mayor mortalidad a los 7 días (14.9%), mientras tanto, la reducción del desplazamiento sistólico del anillo tricuspídeo por debajo de 16 mm se relacionó con una mayor mortalidad hospitalaria (39.8%). Estos resultados destacan la relevancia de una evaluación temprana y precisa de la función cardíaca en pacientes con shock séptico para predecir desenlaces clínicos.

**Sun et al.** (12) informo en el 2023 de un estudio prospectivo en la ciudad de Baoding, China, para comparar los efectos de levosimendán y dobutamina en pacientes con miocardiopatía por sepsis severa ( $FEVI \leq 35\%$ ). En el estudio, 30 pacientes fueron asignados a dos grupos de tratamiento. Lo reportado fue que, tras 24 horas, el grupo de levosimendán presentó mejoras significativas en el índice cardíaco, fracción de eyección y volumen sistólico, junto con una menor necesidad de norepinefrina y menores niveles de troponina I al tercer día. Aunque no hubo diferencias en la mortalidad a 28 días, la ventilación mecánica se acortó en el grupo de levosimendán, sugiriendo una mayor efectividad en la función cardíaca.

**Fu et al.** (13) en 2022, se realizó un estudio en pacientes con sepsis en un departamento de emergencias para evaluar la función miocárdica subclínica mediante pruebas de laboratorio y ecocardiografía con speckle-tracking. Se incluyeron 60 pacientes, 21 con shock séptico y 39 con sepsis, excluyendo a aquellos con disfunción cardíaca preexistente o aguda. No se encontraron diferencias significativas en la deformación longitudinal, circunferencial o radial global entre los grupos. Sin embargo, los pacientes con niveles elevados de troponina o fracción de eyección reducida mostraron valores de deformación longitudinal y circunferencial menos negativos. Además, se observó una correlación moderada entre la deformación longitudinal y los niveles de troponina y péptido natriurético. Los autores sugieren que la deformación longitudinal global puede complementar la fracción de eyección en pacientes con troponina elevada.

**Ehrman et al.** (14) en 2022, se publicó un estudio prospectivo en 73 pacientes adultos con sepsis sospechada, evaluados en las primeras 24 horas de su ingreso en urgencias. El estudio tuvo como objetivo analizar cómo la gravedad de la enfermedad, medida por la puntuación SOFA, afectaba la función cardíaca en la fase temprana de la sepsis. Utilizando modelos lineales de efectos mixtos, se evaluaron parámetros de la función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo y la función sistólica del ventrículo derecho. Los resultados mostraron que



un mayor puntaje SOFA se asoció con una peor función cardíaca, y se observaron diferencias en la deformación longitudinal global y el índice septal E/e' entre sobrevivientes y no sobrevivientes. Curiosamente, los no sobrevivientes mostraron una mejora paradójica en la función cardíaca a las 24 horas esto evidencia la importancia de realizar estudios más profundos sobre los factores depresores del miocardio y su impacto en desenlaces adversos.

**Tucker et al.** (15) en un estudio retrospectivo realizado en 2022, se investigó si la cardiomiopatía inducida por sepsis (SIC) podía detectarse en el departamento de emergencias mediante ecografía cardíaca focalizada (FCU). Se analizaron datos de pacientes adultos con sepsis que recibieron una FCU y que contaban con un ecocardiograma basal en los 12 meses previos. La SIC se definió como una merma importante en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (LVEF) comparada con el ecocardiograma basal. De los 110 pacientes incluidos, el 8% presentaba SIC, con una mortalidad a 90 días del 67%, significativamente mayor que en aquellos con LVEF normal (29%). Tras ajustar por factores clínicos, la SIC se relacionó con un claro incremento de la mortalidad a 90 días (OR 6.1, IC del 95%: 1.37-32.92). Los autores concluyeron que la cardiomiopatía inducida por sepsis puede detectarse mediante ecografía cardíaca focalizada (FCU) y está vinculada a mayor mortalidad.

**Beesley et al.** (16) en el año 2021, mostro un estudio retrospectivo en 290 pacientes adultos con sepsis en unidades de cuidados intensivos para investigar la asociación entre la miocardiopatía inducida por sepsis y los resultados a largo plazo. La deformación longitudinal sistólica global del ventrículo izquierdo, medida por ecocardiografía, se utilizó como principal indicador de esta condición. Los hallazgos indicaron que el 38.3% de los pacientes experimentaron eventos cardiovasculares adversos mayores, como muerte, infarto de miocardio o accidente cerebrovascular, en los 24 meses posteriores al alta. Se encontró una asociación significativa entre la deformación ventricular y los eventos adversos, especialmente en individuos bajo los 65 años con enfermedades cardíacas previas y altos índices de

comorbilidad. Estos hallazgos resaltan la importancia de la deformación ventricular para predecir resultados a largo plazo en pacientes sépticos.

**Lanspa et al. (17)** En un estudio de 2021 con 393 pacientes con sepsis grave o shock séptico, se evaluó la disfunción del ventrículo derecho mediante strain miocárdico y otros parámetros ecocardiográficos, analizando su relación con la mortalidad a 28 días. Utilizando ecocardiografía en las primeras 24 horas de ingreso a la UCI, se definió disfunción del ventrículo derecho como un cambio fraccional de área <35% o excursión sistólica del plano anular tricuspídeo <1.6 cm, y disfunción del ventrículo izquierdo como fracción de eyección <45% o strain longitudinal >-19%. La alteración ventricular derecha, presente en el 48% de los pacientes, se asoció con mayor mortalidad a 28 días (31% vs. 16%), aumentando más de tres veces el riesgo de muerte según el análisis multivariable, mientras que la disfunción del ventrículo izquierdo no tuvo una asociación significativa.

**Baltodano et al. (18)** En 2020, en Perú, se llevó a cabo un estudio con 44 pacientes con lupus eritematoso sistémico (edad media de 50 años) y 50 controles sanos (edad media de 49 años) para evaluar la función miocárdica utilizando la deformación longitudinal global del ventrículo izquierdo mediante *speckle tracking*. Los resultados mostraron una deformación significativamente menor en los pacientes que tienen lupus comparándolo con los designados como controles (-17.3% vs. -20%,  $p < 0.001$ ), aunque no hubo diferencias en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo entre ambos grupos. Se halló una asociación negativa entre el índice de actividad del lupus y la fracción de eyección ( $r = -0.372$ ,  $p = 0.017$ ), sin relación con la deformación longitudinal. Los autores concluyeron que la técnica de deformación miocárdica puede ser beneficioso para analizar la función cardíaca en pacientes con lupus.

Finalmente, **Beyls et al. (19)** en un estudio retrospectivo realizado en 2024, se investigó la utilidad del *speckle tracking* en predecir el desarrollo de fibrilación auricular (FA) de nueva

aparición en pacientes con shock séptico mediante la evaluación de la disfunción auricular izquierda y derecha. El estudio incluyó a 126 individuos adultos en el área de terapia intensiva, todos evaluados por ecocardiografía transtorácica en ritmo sinusal dentro de las primeras 48 horas de admisión. Se buscó determinar la asociación entre la disfunción auricular, medida por strain, y la aparición de FA, así como su relación con la mortalidad a 30 días. El 32% de los pacientes desarrollaron FA, encontrándose una asociación significativa entre la disfunción auricular izquierda y derecha y esta complicación. Además, los pacientes con disfunción en ambas aurículas presentaron un riesgo del 80% de desarrollar FA en los primeros 15 días. Estos resultados subrayan la importancia de evaluar la función auricular en pacientes con shock séptico para identificar aquellos en mayor riesgo de complicaciones arrítmicas.

## **2.2 Bases teóricas**

### **EVALUACION DE LA DEFORMACIÓN MIOCARDICA (STRAIN MIOCARDICO)**

La deformación es una medición sin dimensiones que describe la deformación del miocardio que ocurre durante el ciclo cardíaco. Actualmente, la ecocardiografía y la resonancia magnética cardíaca (CMR) son las modalidades más comúnmente utilizadas para la evaluación de la deformación.

Las primeras mediciones no invasivas de la deformación miocárdica en humanos se lograron mediante el etiquetado por resonancia magnética cardíaca a finales de los años

1980. Posteriormente, en los años 1990, las mediciones de la deformación ecocardiográfica se hicieron clínicamente accesibles a través del procesamiento posterior de los datos de la imagen por Doppler tisular. La digitalización y el aumento del poder computacional permitieron el seguimiento de características en imágenes médicas en un tiempo aceptable, haciendo que la deformación bidimensional se convirtiera en una herramienta clínica a principios de los años 2000. Aunque la deformación basada en Doppler tisular permaneció principalmente como una herramienta de investigación, la facilidad de uso del software de seguimiento de características y sus nuevos parámetros significativos y robustos allanaron el camino hacia la práctica clínica. Entretanto, las mediciones de deformación se han recomendado en las guías como parámetros complementarios de función en la ecocardiografía de rutina.(20)

## **ECOCARDIOGRAFÍA Y STRAIN CARDIACO**

### **Doppler Tisular**

El Doppler tisular ecocardiográfico mide la velocidad miocárdica a lo largo de las líneas de escaneo, ofreciendo así una evaluación de la deformación unidimensional solo en esta dirección específica. Aunque esto se considera a menudo como una desventaja, implica pocas limitaciones prácticas si las paredes del ventrículo izquierdo (VI) están razonablemente alineadas con la dirección de las líneas de escaneo (por ejemplo, en ventanas apicales). Prácticamente, la necesidad de adquisiciones de imágenes adicionales y dedicadas, así como un procesamiento posterior más prolongado para un

análisis completo del VI, son los mayores obstáculos para su uso clínico generalizado. Sin embargo, es notable que el Doppler tisular permite una evaluación cualitativa muy rápida de regiones miocárdicas individuales a través del análisis de patrones de curva inmediatamente después de la adquisición de la imagen y proporciona la resolución temporal más alta incomparable entre todas las modalidades de imagen no invasivas.(20)

### ***Speckle Tracking***

El *Speckle* es una técnica de ultrasonido no invasiva que permite una evaluación precisa y cuantitativa de la función miocárdica tanto global como regional, sin depender del ángulo de insonación ni de los movimientos de traslación cardíaca. Esta técnica se basa en el seguimiento de los *speckles*, pequeños puntos generados por la interacción entre el haz de ultrasonido y las fibras miocárdicas, en imágenes bidimensionales. Aunque la resonancia magnética con marcas (MRI) ha sido considerada el estándar de referencia para analizar la deformación miocárdica, su uso rutinario es limitado debido a sus altos costos y complejidad. En cambio, la ecocardiografía de *speckle* permite un análisis más accesible y semiautomático de la deformación miocárdica en tres direcciones: longitudinal, radial y circunferencial, además de evaluar la rotación del ventrículo izquierdo. Esta técnica ha demostrado una buena reproducibilidad tanto intraobservador como interobservador, y aunque inicialmente se desarrolló para analizar la función del ventrículo izquierdo, su aplicabilidad se ha extendido a otras cámaras cardíacas, como la aurícula izquierda.(21)

El seguimiento de características (*speckle tracking*) se aplica a imágenes en escala de grises durante el post-procesamiento, aprovechando los patrones de interferencia que forman "*speckles*" en el miocardio. Aunque los *speckles* no representan la estructura del tejido, se ha demostrado que se mueven con el tejido, permitiendo su uso para el seguimiento miocárdico. Este seguimiento puede aplicarse a datos en 2D o 3D dentro de una región de interés, y su facilidad de uso ha facilitado su adopción generalizada, con análisis automatizados que brindan mediciones de deformación longitudinal reproducibles. Si bien el método se considera "independiente del ángulo", la anisotropía de las imágenes ecocardiográficas resulta en una mejor calidad de medición cuando la deformación está alineada con las líneas de exploración. La calidad de las imágenes es fundamental, ya que las interrupciones o ecos estacionarios pueden generar errores en las estimaciones de deformación. Los algoritmos de regularización ayudan a suavizar los resultados, pero pueden introducir errores al cubrir áreas patológicas pequeñas o datos inapropiados. Por ello, siempre es esencial validar visualmente los resultados frente a la imagen en escala de grises original y excluir segmentos dudosos.(20)

### ***Strain***

La deformación constituye un parámetro que analiza el grado de deformación del segmento analizado en relación con su estado inicial.

La deformación representa una medida que evalúa el grado de deformación del segmento analizado en relación con sus dimensiones iniciales. Se expresa en porcentaje. La ecuación de la deformación ( $\epsilon$ ) es la siguiente:

$$\varepsilon = L - L_0/L_0$$

(L= longitud del objeto después de haber sufrido la deformación) (L<sub>0</sub> = longitud basal del objeto)

Por convención, dependiendo de la dirección, a una deformación que implique alargamiento o engrosamiento se le asigna un valor positivo, mientras que a una deformación que implique acortamiento o adelgazamiento se le asigna un valor negativo.(21)

### ***Longitudinal Strain (Strain Longitudinal Global)***

La deformación longitudinal representa la deformación miocárdica dirigida desde la base hacia el ápice. Durante la sístole, las fibras miocárdicas ventriculares se acortan con un movimiento translacional desde la base hacia el ápice; la consiguiente reducción de la distancia entre los núcleos individuales se representa mediante curvas de tendencia negativas.(21)

A través de análisis de deformación longitudinal en vistas de 4 cámaras, 2 cámaras y eje largo apical, se pueden obtener tanto valores de deformación regional (relativos a cada uno de las 17 áreas de la cámara izquierda del corazón) como valores de deformación global (deformación longitudinal global). La deformación longitudinal global ha sido validada recientemente como un índice cuantitativo para la función global del ventrículo izquierdo. La misma medición puede aplicarse al análisis ecocardiográfico de seguimiento de *speckle* de la deformación miocárdica longitudinal de la cavidad

auricular izquierda y del ventrículo derecho, obteniendo la deformación longitudinal pico de la aurícula y la deformación longitudinal del ventrículo derecho, respectivamente.

## **CARDIOMIOPATIA POR SEPSIS**

La sepsis es una afección globalmente preocupante, con una incidencia creciente y alta mortalidad, influenciada a causa del envejecimiento de la población y el crecimiento de comorbilidades como el cáncer e inmunosupresión. A pesar de los avances en su reconocimiento y manejo, la mortalidad de la sepsis se mantiene elevada, entre el 20% y 30%. Esta condición es una respuesta desregulada del organismo a una infección, que provoca daño en sus propios tejidos y se considera la principal causa de deceso en pacientes críticos. En este contexto, la miocardiopatía inducida por sepsis ha ganado importancia, pues afecta la función cardíaca de forma transitoria y puede influir en los desenlaces de los pacientes, aunque no ha recibido suficiente atención en la literatura de cuidados críticos. El shock séptico, como complicación de la sepsis, se caracteriza por anomalías metabólicas, celulares y circulatorias graves que requieren soporte vasopresor.

La comprensión de la miocardiopatía séptica ha evolucionado con técnicas más avanzadas, como el *speckle tracking*, que permite medir la deformación miocárdica y proporciona una evaluación más precisa que la fracción de eyección, la cual es influenciada por las condiciones de carga. A pesar de estos avances, la variabilidad en las definiciones y criterios diagnósticos dificulta la extrapolación de los hallazgos en distintos estudios. Se han identificado posibles mecanismos detrás de esta disfunción



cardíaca, como mediadores circulantes y anomalías celulares y mitocondriales, aunque no se ha logrado vincular estos descubrimientos con alteraciones hemodinámicas claras o tratamientos efectivos. Aún se desconoce si la disfunción miocárdica reversible podría ser un mecanismo protector en la sepsis, lo que plantea interrogantes sobre su impacto pronóstico en la incidencia de enfermedades y deceso en los pacientes. Por ello, es esencial seguir explorando sus características, epidemiología, diagnóstico y fisiopatología para optimizar su manejo en pacientes críticos.

### **Epidemiología de la Cardiomiopatía por Sepsis**

La prevalencia de la miocardiopatía inducida por sepsis en pacientes de cuidados intensivos varía entre el 10% y el 70%, debido a la falta de consenso en su definición y a las diferencias en las técnicas de evaluación de la función cardíaca. Inicialmente, se utilizaban métodos invasivos como la medición del gasto cardíaco, pero estudios recientes han adoptado técnicas no invasivas como el ecocardiograma, lo que permite un análisis más amplio, aunque con menos detalle sobre la perfusión orgánica. Un desafío importante es que la FEVI no distingue entre disfunción cardíaca preexistente y la inducida por sepsis, especialmente en pacientes mayores de 60 años, quienes suelen tener enfermedad cardíaca subyacente. Estudios que definen miocardiopatía séptica con una fracción de eyección inferior al 45% reportan una prevalencia del 30% al 50%. Técnicas avanzadas como la imagen de deformación del ventrículo izquierdo son más sensibles para detectar disfunciones leves, pero su relevancia clínica y la variabilidad entre operadores limitan su uso uniforme.

## **Fisiopatología de la Cardiomiopatía por Sepsis**

Un ensayo clave temprano mostró que la infusión de lipopolisacárido en voluntarios humanos resultó en una depresión miocárdica significativa y dilatación ventricular izquierda dentro de 5 horas. Un estudio de referencia demostró que la perfusión coronaria macroscópica en realidad aumenta en pacientes con choque séptico establecido. Desde estos ensayos, se han identificado muchos factores depresores del miocardio, incluidas las citocinas, los constituyentes de la cascada del complemento, los patrones moleculares ligados a agentes patógenos y los patrones moleculares relacionados con daños endógenos, el estrés oxidativo, el metabolismo alterado del óxido nítrico, la disfunción mitocondrial, el movimiento anormal del calcio dentro de las células, la apoptosis de los miocitos y la desregulación autonómica.(22)

Además, el glicocáliz endotelial se desprende en la sepsis, lo que causa fuga vascular, coagulación e inflamación, y se asocia con resultados adversos. Una vez alterado, el endotelio puede provocar un flujo microvascular heterogéneo y edema miocárdico, que es un mecanismo poco explorado de la cardiomiopatía inducida por sepsis. Un estudio reciente utilizó imágenes por resonancia magnética cardíaca e histología para demostrar que el edema miocárdico puede explicar en parte el aumento de troponina cardíaca observado en la cardiomiopatía inducida por sepsis.

## **Diagnóstico de la Cardiomiopatía por Sepsis**

Si bien no existen definiciones formales para la miocardiopatía séptica, la mayoría de los artículos de revisión y las opiniones de expertos coinciden en algunas características:(23)

1. Aguda y reversible, dentro de 7-10 días: Indica que los cambios en la función cardíaca asociados con la sepsis son temporales y pueden revertirse en un corto período de tiempo.
2. Disfunción biventricular global (sistólica y/o diastólica) con reducida contractilidad: Esto sugiere que tanto el ventrículo izquierdo como el derecho muestran disfunción, la cual puede manifestarse tanto en la fase de contracción del corazón (sistólica) como en la de relajación (diastólica).
3. Dilatación del ventrículo izquierdo: Refiere a un incremento en la dimensión del ventrículo izquierdo, lo cual puede ser un signo de daño o estrés miocárdico.
4. Disminución de la respuesta a la resucitación con fluidos y catecolaminas: Implica que el corazón muestra una respuesta limitada o reducida a los tratamientos que normalmente ayudarían a mejorar la función cardíaca y la presión arterial, como la administración de fluidos y medicamentos que estimulan el corazón.
5. Ausencia de síndrome coronario agudo

Estos criterios son útiles para identificar y diagnosticar casos de cardiomiopatía asociados con la sepsis.

**Tabla 1.** Medidas de miocardiopatía inducida por sepsis.

Parámetro	Umbrales
FEVI	FEVI <40–45%
Deformación longitudinal global del VI	La deformación longitudinal global menos negativa que –18% a –20% generalmente se considera anormal
Cambio de área fraccional del VD	En general, un cambio de área fraccional de <El 35% se considera anormal.
TAPSE	<17mm
Disfunción diastólica del VI	<7 cm/s septal y/o <10 cm/s lateral; e/e' >14
Rendimiento cardíaco relacionado con la poscarga	<40%, <60% o <80% de lo normal esperado
Niveles plasmáticos de troponina I o troponina T	>percentil 99 de lo normal
Niveles plasmáticos de BNP o NT-proBNP	Dependiente del ensayo

**Fuente:** Tomado de Hollenberg (24)

## **ECOCARDIOGRAFÍA EN LA MIOCARDIOPATÍA POR SEPSIS**

La ecocardiografía es la piedra angular para determinación de la miocardiopatía séptica. Existe consenso y opinión de expertos de que todo paciente hemodinámicamente inestable debe recibir una ecocardiografía de cuidados intensivos.

### **Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo (FEVI)**

El diagnóstico de la cardiomiopatía inducida por sepsis (SICM) se basaba inicialmente en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) deprimida. No obstante, un problema con la FEVI es que una poscarga reducida, común en el shock distributivo, puede ocultar disfunción subyacente, ya que el acoplamiento entre contractilidad y poscarga distorsiona la evaluación. Esto puede llevar a diagnósticos erróneos de SICM al depender exclusivamente de la FEVI. Se ha observado que algunos pacientes con shock profundo y una "FE normal" tienen peores resultados que aquellos con una FE baja, lo que subraya la urgencia de examinar la FEVI en el contexto de soporte inotrópico, vasopresor y la gravedad del shock. El volumen sistólico (VS) y también el índice cardíaco (IC), calculados mediante el diámetro del tracto de salida del ventrículo izquierdo (LVOT) y la integral de velocidad-tiempo (VTI), presentan desafíos en la interpretación debido a las variaciones en precarga, poscarga y contractilidad características del shock séptico. Sin embargo, los pacientes que sobreviven a la sepsis tienden a tener valores más altos de VTI e IC al ingreso en emergencias.(22)

### **Disfunción sistólica del ventrículo derecho (VD)**

Aproximadamente dos tercios de los pacientes con sepsis y shock séptico presentan disfunción del ventrículo derecho (VD), lo que se ha identificado como un factor de riesgo independiente para la supervivencia a un año. Las evaluaciones de la función del VD incluyen la comparación del área telediastólica entre el VD y el ventrículo izquierdo (VI), el cambio en el área fraccional del ventrículo derecho (VD), la movilidad

sistólica del plano del anillo tricúspide, y el uso de imagen Doppler tisular (TDI) del anillo tricúspide y la pared libre del VD. Según un estudio, la deformación de la pared del VD fue el predictor más relevante de mortalidad en pacientes con cardiomiopatía inducida por sepsis. Además, todos los pacientes con una deformación longitudinal global (GLS) del VD menos negativa que -13% fallecieron dentro de los 20 días.(22)

### **Disfunción diastólica**

La alteración diastólica del ventrículo izquierdo es común en pacientes con shock séptico, y la velocidad de relajación septal medida por Doppler tisular (onda e', anormal si es inferior a 8 cm/s) se ha identificado como un fuerte predictor de mortalidad, incluso ajustando por la gravedad de la enfermedad, comorbilidades y otros parámetros ecocardiográficos. Un estudio adicional encontró que la relación entre la velocidad diastólica temprana transmitral (E) y la velocidad diastólica temprana del Doppler tisular mitral (e') tiene una correlación significativa con la mortalidad. El índice E/e' también se utiliza para estimar la presión de enclavamiento pulmonar, con la fórmula  $E/e' + 4,6$ . Un metaanálisis reciente confirmó que una onda e' baja y un índice E/e' elevado se asocian firmemente con una mayor predicción de mortalidad en pacientes sépticos críticamente enfermos. Sin embargo, sigue siendo incierto si las intervenciones que mejoran la relajación cardíaca (lusitrópicas) influirán positivamente en los resultados clínicos.(22)

### ***Speckle Tracking***

Las modalidades ecocardiográficas recientes han permitido una mayor comprensión de la cardiomiopatía inducida por sepsis (SICM). El seguimiento de motas,

desarrollado en 2014, utiliza algoritmos avanzados que no dependen del Doppler para rastrear los segmentos miocárdicos mediante el desplazamiento de "motas" acústicas. Un estudio piloto pequeño demostró que la deformación longitudinal global (GLS), que mide la contractilidad a lo largo del eje longitudinal del corazón, es una herramienta eficaz para detectar el deterioro miocárdico en la sepsis. Los valores normales de GLS oscilan entre -17% y -23%, siendo más negativo un indicador de mejor contractilidad. En pacientes con shock séptico, el GLS promedio fue de -14%, lo que sugiere una disfunción miocárdica incluso cuando la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) era normal. Una ventaja clave del seguimiento de motas es que no está influenciado por la pseudonormalización debido a la reducción de la poscarga, lo que puede distorsionar la FEVI. Varios estudios han confirmado la utilidad del GLS tanto en el ventrículo izquierdo como derecho para diagnosticar SICM.(22)

### **2.3 Definición de términos básicos**

**Doppler tisular:** Técnica modificada del Doppler de onda pulsada que se basa en los principios del Doppler convencional para medir la velocidad del movimiento del tejido miocárdico, la cual es significativamente más baja en comparación con la velocidad del flujo sanguíneo.(25)

**Ecocardiografía Bidimensional o 2D:** Permite visualizar las estructuras cardíacas en un plano específico definido por la posición del transductor. Estas imágenes se representan en dos dimensiones en la pantalla del ecógrafo y se actualizan de forma

continua, lo que genera una secuencia de imágenes en movimiento similar a una película, proporcionando una visión dinámica y en tiempo real del corazón.(25)

**Sepsis.** Se refiere a un síndrome caracterizado por una respuesta inflamatoria generalizada del cuerpo frente a una infección, que puede ser respaldada por el hallazgo de microorganismos en el hemocultivo o por la detección clínica de una fuente específica de la infección.(26,27)

**Sepsis Severa.** Sepsis que se presenta junto con un deterioro significativo de la función de uno o más órganos, Alteraciones en la coagulación, Hipotensión, y Baja perfusión tisular, que puede manifestarse, por la presencia de acidosis láctica, reducción de la producción de orina y alteraciones en el estado de conciencia.(26,27)

**Shock Séptico.** Se define como una sepsis severa asociada a presión arterial baja persistente, a pesar de una reposición de volumen intravascular adecuada. Es un estado hiperdinámico, con Índice Cardíaco y gasto altos y abatimiento de la resistencia vascular periférica. (vasodilatación y fuga capilar) y abatimiento de la TA media.(26,27)

**Strain:** Acortamiento o la deformación que experimenta la fibra miocárdica durante cada ciclo cardíaco representa la respuesta mecánica del miocardio frente a las cargas hemodinámicas.(25)

**Speckle Tracking:** se basa en el seguimiento de patrones naturales de dispersión de ultrasonido (speckles) en el tejido cardíaco, al analizar el movimiento de estos speckles cuadro por cuadro, el software puede calcular tanto el Strain en diferentes direcciones



(longitudinal, radial y circunferencial), proporcionando una evaluación precisa y regional de la función miocárdica, independientemente del ángulo de insonación y de los movimientos de translación cardiaca.(25)

**Strain Longitudinal Global:** Medida ecocardiográfica que cuantifica la deformación o el acortamiento del miocardio a lo largo de su eje longitudinal durante la sístole, proporcionando una evaluación más precisa del rendimiento sistólico general del ventrículo izquierdo.(25)

**Strain Rate:** Se le conoce a la tasa de cambio de deformación del tejido cardíaco, que mide la velocidad a la que se contrae o se relaja el miocardio durante el ciclo cardíaco.  
(25)

## CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 3.1 Formulación de la hipótesis

No procede porque nuestro estudio busca describir la frecuencia de una patología en un grupo poblacional determinado en un momento dado y no pretende establecer relaciones causales.

### 3.2 Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de Medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Strain longitudinal	Valores de deformación miocárdica evaluada	Cuantitativa	Valor numérico de strain longitudinal global	Ordinal	Normal.	-18% a -25%	Informe Ecocardiográfico
					Anormal.	> -18% ó <-25%	
e' septal	Velocidad del movimiento de la pared ventricular realizada por Doppler tisular.	Cuantitativa	Valor numérico	Ordinal	Normal.	$E' < 7 \text{ cm/s}$	Informe Ecocardiográfico
					Anormal.	$E' \geq 7 \text{ cm/s}$	
Fracción de eyección del	Porcentaje de volumen sistólico	Cuantitativa	Porcentaje del valor numérico	Ordinal	Normal:	$\geq 53\%$	Informe Ecocardiográfico

ventrículo izquierdo	eyectivo por latido cardiaco, usando el método discos por Simpson.				Disminuido:	< 53%	
TAPSE	cuantificación del desplazamiento longitudinal del anillo tricúspideo durante la contracción cardíaca.	Cuantitativa	Valor numérico	Ordinal	Normal:	≥ 17mm	Informe Ecocardiográfico
					Disminuido:	< 17mm	
Fracción De Acortamiento de ventrículo derecho (FACVD)	Cambio porcentual en el área del ventrículo derecho desde la diástole hasta la sístole	Cuantitativa	Porcentaje del valor numérico	Ordinal	Normal.	< 35%	Informe Ecocardiográfico
					Anormal.	E' ≥ 35%	
Sepsis	Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica a la Infección, con evidencia clínica de un foco séptico	Cualitativa	Escala SOFA	Nominal	1. Sepsis	≥ 2 puntos	Historia Clínica
					2. No Sepsis	< 2 puntos	

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1 Diseño metodológico**

Estudio cuantitativo, observacional, descriptivo, transversal y prospectivo.

- Según la intervención del investigador es observacional, no se manipularán las variables del estudio.
- Según su nivel es descriptivo, debido a que se evaluará y describirá las características ecocardiográficas en pacientes sépticos.
- Según el número de mediciones es transversal, se evaluará en una sola oportunidad a los pacientes.
- Según la planificación de la toma de datos es prospectivo, ya que se tomarán los datos de un punto hacía adelante en el tiempo.

### **4.2 Diseño muestral**

#### **Población universo**

Pacientes sépticos mayores de 18 años hospitalizados en todos los servicios de UCI a nivel nacional.

### **Población del estudio**

Pacientes sépticos mayores de 18 años hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos de la Clínica San Pablo, desde octubre 2024 a septiembre 2025.

### **Tamaño de la muestra**

Se tomarán todos los pacientes que presenten el diagnóstico de sepsis durante el periodo de estudio.

### **Muestreo o selección de la muestra**

No se realizará, se recopilarán la información clínica de todos los pacientes dentro de la población del estudio.

### **Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión**

- Pacientes mayores o iguales a los 18 años, con diagnóstico de sepsis dentro de las primeras veinticuatro horas de hospitalización.

#### **Criterios de exclusión**

- Pacientes con disfunción del ventrículo izquierdo preexistente según la historia clínica, electrocardiograma y/o hallazgos en una ecocardiografía previa a la hospitalización.
- Pacientes ingresados con enfermedad cardíaca primaria.

- Pacientes con enfermedad coronaria previa (infarto de miocardio anterior, angina inestable, prueba de ergometría positiva previa).
- Pacientes con enfermedad valvular aortica o mitral moderada a severa.
- Pacientes que no estén en ritmo sinusal como fibrilación auricular, aleteo auricular, cualquier tipo de bloqueo auriculoventricular y presencia de marcapasos.
- Pacientes con diagnóstico previo a su hospitalización con Insuficiencia Cardíaca.
- Historia previa de hipertensión arterial no controlada.
- Pacientes en los que la medición ecocardiográfica de la FEVI no sea posible técnicamente.

#### **4.3 Técnicas y procedimientos de recolección de datos**

La evaluación ecocardiográfica de los pacientes se realizará usando el equipo de Ultrasonido GE con software Vivid 8 (General Electric Healthcare).

Para evaluar las imágenes ecocardiográficas se realizará evaluando al paciente en decúbito lateral izquierdo.

El *Strain Longitudinal Global* (SGL) se medirá con software *2D speckle tracking*, en ventana apical de 4 cámaras.

La FEVI se realizará mediante la técnica de Biplanos (Simpson) en 2 y 4 cámaras.

La velocidad de e' septal se realizará seleccionando el modo Doppler tisular (*Tissue Doppler Imaging*, TDI), colocando la muestra Doppler en el anillo mitral del septo interventricular en ventana apical y vista de 4 cámaras.

El TAPSE se medirá en modo M, vista apical de cuatro cámaras

La fracción de acortamiento del ventrículo derecho (FACVD) se medirá en una vista apical de 4 cámaras.

Todas las imágenes se almacenarán electrónicamente.

**Instrumento:**

- Informe ecocardiográfico realizado a todos los pacientes sépticos que ingresen a la UCI realizado con el Equipo de Ultrasonido GE con software Vivid 8 para medición 2D Speckle Tracking (Marca *General Electric*).
- Documento de Recolección de Información (Número de Expediente Médico, Edad, Peso, Talla, medicación actual, enfermedades previas)

**4.4 Procesamiento y análisis de datos**

- Para el análisis, se empleará el programa estadístico SPSS en su versión 29 y se obtendrán las frecuencias, porcentajes, promedios, tasas de incidencia, Prueba de Chi-cuadrado, Coeficiente Kappa de Cohen para evaluar la concordancia entre las

pruebas diagnósticas ecocardiográficas obtenidas mediante Speckle tracking, Doppler Tisular y medidas bidimensional.

#### **4.5 Aspectos éticos**

- La aprobación del estudio será otorgada por el comité de ética correspondiente de la Clínica.
- Los pacientes y/o familiar responsable deberán firmar un Consentimiento Informado para poder ingresar al estudio, dicho consentimiento será aprobado por el comité de la clínica.
- Se maneja la recolección de todos los datos a investigar con sus respectivos números de historias clínicas, para mantener una mejor confidencialidad.
- El estudio ecocardiográfico se realizará con los cuidados en seguridad y confort de acuerdo con las directrices en la evaluación de pacientes de la clínica.



## CRONOGRAMA

PASOS	2024					2025												
	A g o s t o	S e p t i e m b r e	O c t u b r e	N o v i e m b r e	D i c i e m b r e	E n e r o	F e b r e r o	M a r z o	A b r i l	M a y o	J u n i o	J u l i o	A g o s t o	S e p t i e m b r e	O c t u b r e	N o v i e m b r e	D i c i e m b r e	
Redacción final del proyecto de investigación	X																	
Aprobación del proyecto de investigación		X																
Recolección de datos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Procesamiento y análisis de datos															X			
Elaboración del Informe															X			
Correcciones del trabajo de investigación																X		
Aprobación del trabajo de investigación																X		
Publicación del artículo científico																		X

## PRESUPUESTO

Para llevar a cabo y ejecutar este trabajo de investigación, se requerirá la utilización de los siguientes medios:

<b>Fundamento</b>	<b>Valor estimado (soles)</b>
Suministros de oficina	250
Soporte especializado	500
Conversión de artículos	500
Documentación impresa	500
Gestión logística	300
Comida y desplazamiento	500
<b>Total</b>	<b>2550</b>

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Paoli CJ, Reynolds MA, Sinha M, Gitlin M, Crouser E. Epidemiology and costs of sepsis in the United States-an analysis based on timing of diagnosis and severity level. *Critical Care Medicine*. 2018;46(12): 1889–1897. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003342>.
2. Markwart R, Saito H, Harder T, Tomczyk S, Cassini A, Fleischmann-Struzek C, et al. Epidemiology and burden of sepsis acquired in hospitals and intensive care units: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Medicine*. 2020. p. 1536–1551. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06106-2>.
3. Liñán-Ponce JI. Características clínicas de los pacientes con sepsis severa admitidos a una Unidad de Cuidados Intensivos. *Rev Soc Peru Med Interna*. 2008; <https://revistamedicinainterna.net/index.php/spmi/article/view/303/358>
4. Robson WP, Daniels R. The Sepsis Six: helping patients to survive sepsis. 2008 [Accessed 4th September 2024]. <https://doi.org/10.12968/bjon.2008.17.1.28055>. [Accessed 4th September 2024].
5. Parker MM, Shelhamer JH, Stephen L, Bacharach M V, Green C, Natanson TM, et al. Profound but Reversible Myocardial Depression in Patients with Septic Shock. *Annals of Internal Medicine*. 1984 [Accessed 4th September 2024]. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-100-4-483>. [Accessed 4th September 2024].

6. Higny J, Bulpa P, Berners Y. Strain echocardiography in a sepsis-induced cardiomyopathy. *Clinical Case Reports*. 2022;10(11). <https://doi.org/10.1002/ccr3.6502>.
7. Pruszczyk A, Zawadka M, Andruszkiewicz P, LaVia L, Herpain A, Sato R, et al. Mortality in patients with septic cardiomyopathy identified by longitudinal strain by speckle tracking echocardiography: An updated systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *Anaesthesia Critical Care and Pain Medicine*. 2024;43(2). <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2023.101339>.
8. Field LC, Guldán GJ, Finley AC. Echocardiography in the intensive care unit. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2011;15(1–2). <https://doi.org/10.1177/1089253211411734>.
9. Ayala-García R, Huamaní–Huamán L. Sepsis en Perú. *Interciencia médica*. 2023;13(4). <https://doi.org/10.56838/icmed.v13i4.182>.
10. Huang X, Lu G, Cai X, Xue Y, Wang X, Jiang Y, et al. Myocardial strain is regulated by cardiac preload in the early stage of sepsis. *BMC Cardiovascular Disorders*. 2024;24(1). <https://doi.org/10.1186/s12872-024-04083-8>.
11. Kim S, Seok H, Kim BK, Kim YJ, Lee SH, Kim JH, et al. Seven-day and In-hospital Mortality According to Left and Right Ventricular Dysfunction in Patients With Septic Shock. *Korean Circulation Journal*. 2023;53(12). <https://doi.org/10.4070/kcj.2023.0050>.
12. Sun T, Zhang N, Cui N, Wang SH, Ding X xu, Li N, et al. Efficacy of Levosimendan in the Treatment of Patients With Severe Septic Cardiomyopathy.

Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia. 2023;37(3): 344–349.  
<https://doi.org/10.1053/J.JVCA.2022.10.032>.

13. Fu X, Lin X, Seery S, Zhao LN, Zhu HD, Xu J, et al. Speckle-tracking echocardiography for detecting myocardial dysfunction in sepsis and septic shock patients: A single emergency department study. *World Journal of Emergency Medicine*. 2022;13(3). <https://doi.org/10.5847/wjem.j.1920-8642.2022.057>.

14. Ehrman RR, Bredell BX, Harrison NE, Favot MJ, Haber BD, Welch RD, et al. Increasing illness severity is associated with global myocardial dysfunction in the first 24 hours of sepsis admission. *Ultrasound Journal*. 2022;14(1). <https://doi.org/10.1186/s13089-022-00282-6>.

15. Tucker R V., Williams K, Theyyanni N, Fung CM. Sepsis-Induced Cardiomyopathy Detected With Focused Cardiac Ultrasound in the Emergency Department. *The Journal of Emergency Medicine*. 2022;63(4): e91–e99. <https://doi.org/10.1016/J.JEMERMED.2022.06.002>.

16. Beesley SJ, Sorensen J, Walkey AJ, Tonna JE, Lanspa MJ, Hirshberg E, et al. Long-Term Implications of Abnormal Left Ventricular Strain During Sepsis. *Critical Care Medicine*. 2021;49(4): E444–E453. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004886>.

17. Lanspa MJ, Cirulis MM, Wiley BM, Olsen TD, Wilson EL, Beesley SJ, et al. Right Ventricular Dysfunction in Early Sepsis and Septic Shock. *Chest*. 2021;159(3): 1055–1063. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.09.274>.

18. Baltodano-Arellano R, Cupe-Chacalcaje KM, Barrantes-Alarcón C, Meneses-Flores G, Lévano-Pachas G, Ugarte-Gil M. Deformación miocárdica evaluada por

ecocardiografía bidimensional en pacientes lúpicos de un hospital nacional. Archivos Peruanos de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. 2020;1(3): 139–144. <https://doi.org/10.47487/APCYCCV.V1I3.66>.

19. Beyls C, Hermida A, Daumin C, Delmotte MP, Nsiku A, Huette P, et al. Left and right atrial strain analysis to predicting new-onset atrial fibrillation in patients with septic shock: a single-center retrospective echocardiography study. Critical Care. 2024 Dec. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05024-9>.

20. Voigt JU, Cvijic M. 2- and 3-Dimensional Myocardial Strain in Cardiac Health and Disease. JACC: Cardiovascular Imaging. 2019;12(9). <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.01.044>.

21. Mondillo S, Galderisi M, Mele D, Cameli M, Lomoriello VS, Zacà V, et al. Speckle-tracking echocardiography: A new technique for assessing myocardial function. Journal of Ultrasound in Medicine. 2011;30(1). <https://doi.org/10.7863/jum.2011.30.1.71>.

22. L'Heureux M, Sternberg M, Brath L, Turlington J, Kashiouris MG. Sepsis-Induced Cardiomyopathy: a Comprehensive Review. Current Cardiology Reports. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11886-020-01277-2>.

23. Liang YW, Zhu YF, Zhang R, Ye XL, Zhang M, Wei JR. Incidence, prognosis, and risk factors of sepsis-induced cardiomyopathy. World Journal of Clinical Cases. 2021;9(31): 9452–9468. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v9.i31.9452>.

24. Hollenberg SM, Singer M. Pathophysiology of sepsis-induced cardiomyopathy. *Nature Reviews Cardiology*. 2021;18(6): 424–434. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-00492-2>.
25. Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, Marwick TH, Houle H, Baumann R, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *European heart journal cardiovascular Imaging*. 2015;16(1). <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu184>.
26. Singer M, Deutschman CS, Seymour C, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). *JAMA - Journal of the American Medical Association*. 2016;315(8): 801–810. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>.
27. Bone RC, Balk RA, Cerra FB, Dellinger RP, Fein AM, Knaus WA, et al. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. In: *Chest*. 1992. <https://doi.org/10.1378/chest.101.6.1644>.

## ANEXOS

### 1. Matriz de consistencia

Título	Pregunta de Investigación	Objetivo	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento de datos	Instrumento de recolección
<p>CARDIOMIOPATÍA POR SEPSIS POR STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL EN PACIENTES SÉPTICOS DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DE UNA CLÍNICA PRIVADA, 2024 - 2025</p>	<p>¿Cuál es la incidencia de la cardiomiopatía por sepsis evaluada por el valor del Strain Longitudinal Global mediante la técnica de Speckle Tracking en pacientes con sepsis de la Unidad de Cuidados Intensivos de la Clínica San Pablo, desde octubre 2024 a septiembre del 2025?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Establecer la incidencia de la cardiomiopatía por sepsis evaluada por el valor del Strain Longitudinal Global mediante la técnica de Speckle Tracking en pacientes con sepsis de la Unidad de Cuidados Intensivos de la Clínica San Pablo.</p> <p><b>1.3.2 Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Determinar el valor Strain Longitudinal Global (SLG) mediante la técnica de Speckle Tracking.</li> <li>-Determinar la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) por el método de Simpson de la ecocardiografía bidimensional.</li> <li>-Determinar la velocidad de e' septal del ventrículo izquierdo por la técnica de Doppler tisular.</li> <li>-Determinar valor de TAPSE y Fracción de acortamiento del ventrículo derecho (FACVD) por ecocardiografía bidimensional.</li> </ul>	<p>El estudio es cuantitativo – observacional, descriptivo, transversal y prospectivo.</p>	<p>Pacientes sépticos mayores de 18 años hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos de la Clínica San Pablo, desde octubre de 2024 a septiembre 2025.</p>	<p>Historia Clínica Informes ecocardiográficos</p>



## **CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN EN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

**Instituciones:** Clínica San Pablo - Universidad San Martín de Porres

**Investigador:** Enrique Saúl Puma Quispe – MR Cardiología

---

### **Finalidad de la investigación:**

Queremos invitarlo cordialmente para que participe en un estudio titulado “CARDIOMIOPATÍA POR SEPSIS POR STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL EN PACIENTES SÉPTICOS DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DE UNA CLÍNICA PRIVADA, 2024 - 2025”.

Este estudio se desarrolla en pacientes con diagnóstico de sepsis al momento de la evaluación, se realiza para establecer la capacidad de detección precoz de alteraciones de la Función Ventricular del Corazón; esto para poder establecer un método adecuado que nos facilite detectar en la población el inicio de patologías para así tratarlas de una forma temprana, evitando la progresión de las enfermedades cardiacas y sus complicaciones.

### **Procedimientos:**

Si decide unirse a este estudio, se le explicarán las etapas y lo que se espera de usted a lo largo de su participación:

1. Se le preguntará sobre información que sea necesaria para el estudio, como por Ejm: edad, talla, peso, etc.
2. Se le tomará la presión arterial tras 5 minutos de descanso.
3. Posteriormente se le realizará un estudio ecocardiográfico de corazón; para poder tomar las medidas y valorar su función.

### **Riesgos:**

Los procedimientos del Estudio **NO CONLLEVA NINGÚN RIESGO** para su salud.

### **Beneficios:**

El beneficio por participar en este estudio es el estudio completo de imágenes del corazón que permitirán detectar patologías congénitas o adquiridas, informándose al respecto,

### **Gastos y recompensas**

No se le exigirá ningún pago por su participación en el estudio

No se expondrá información personal; los datos serán tratados mediante códigos y no se identificarán con nombres. Si los resultados de este estudio son publicados, no se incluirá ninguna información que permita identificar a las personas involucradas.

**Derechos del paciente:**

En caso de que elija participar en el estudio, podrá abandonar el mismo en cualquier momento sin sufrir ninguna consecuencia negativa.

En caso de que tenga dudas sobre los aspectos éticos del estudio o considere que ha recibido un trato injusto, le invitamos a ponerse en contacto con el presidente del Comité Institucional de Ética de la Universidad San Martín de Porres.

**CONSENTIMIENTO**

Estoy dispuesto a participar en este estudio de manera voluntaria y comprendo las implicaciones de mi participación; además, reconozco que tengo la libertad de decidir no participar y de retirarme en cualquier momento si así lo deseo.

---

*Participante*

Nombre:

DNI:

---

*Fecha*

---

*Investigador:*

Nombre: Enrique Puma

DNI: 41050077

---

Fecha

## HOJA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

CARDIOMIOPATÍA POR SEPSIS POR STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL EN  
PACIENTES SÉPTICOS DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DE UNA  
CLÍNICA PRIVADA, 2024 – 2025

Facultad de Medicina – Sección de Posgrado de la Universidad San Martín de Porres  
Servicio de Ecocardiografía de la Clínica San Pablo  
Investigador: Enrique S. Puma Q. (Médico Residente de Cardiología)

Número Ficha:

- Número de Registro Clínico: .....
- Edad: ..... Peso:..... Estatura:..... IMC:.....
- Sexo: Masculino ( ) Femenino ( )
- PAS mmHg: ..... PAD mmHg: .....
- Diabetes: ( ) Hipertensión Arterial: ( )

### VALORES ECOCARDIOGRAFIA BIDIMENSIONAL:

TAPSE (mm): .....

FEVI (%) (Simpson): .....

### VALORES ECOCARDIOGRAFIA DE DTI:

- Septal e'(cm/s): ..... Septal e'/a': .....
- Lateral e'(cm/s): ..... Lateral e'/a' :.....

### VALORES ECOCARDIOGRAFIA DE STRAIN:

---

Circunferencial	STRAIN	T.Pico
Septo anterior	.....	.....
Anterior	.....	.....

Lateral	.....	.....
Posterior	.....	.....
Inferior	.....	.....
Septo inferior	.....	.....
LV general	.....	.....
<b>Longitudinal</b>		
Pared septal basal	.....	.....
Pared septal media	.....	.....
Pared septal apical	.....	.....
Seg. basal lateral	.....	.....
Seg. medial lateral	.....	.....
Seg. apical lateral	.....	.....
LV general	.....	.....

---

**Comentarios:**

-----  
-----

**Historia Clínica:** .....

**Número de Ficha:** .....