



**BUAP**

**Facultad de Medicina  
Hospital General de Puebla.  
“Dr. Eduardo Vázquez Navarro”**

**“Reanimación guiada por ultrasonido en paciente en paro cardiaco para diagnóstico de pseudo-actividad eléctrica sin pulso de la verdadera actividad eléctrica sin pulso y su utilidad en área de urgencias del Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez N.”**

**Tesis para obtener el Diploma de Especialidad en:  
Medicina en Urgencias.**

**Presenta: Erick Romero Molina.**

**Asesora experta:**

**Dra. Ericka Andrés Mota**

**Asesora metodológica:**

**Dra. Sagrario Lobato Huerta.**



**Puebla, Puebla. 2024**



Secretaría  
de Salud

Gobierno de Puebla

HOSPITAL GENERAL "DR. EDUARDO VAZQUEZ N.  
Departamento de Enseñanza e Investigación



### FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE TESIS

**INSTRUCTIVO:** Este formato será elaborado en original y copia, permaneciendo el original en la Jefatura de Enseñanza y la copia en poder del autor. De faltar algunas firmas no podrá imprimirse la investigación.

Por medio de la presente me dirijo al Comité de Investigación del Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N., para informar que autorizo la impresión de Tesis del Protocolo denominado:

REANIMACION GUIADA POR ULTRASONIDO EN PACIENTE EN PARO CARDIACO PARA DIAGNOSTICO DE PSEUDO ACTIVIDAD ELECTRICA SIN PULSO DE LA VERDADERA ACTIVIDAD ELECTRIA SIN PULSO Y SU UTILIDAD EN EL AREA DE URGENCIAS EN EL HOSPITAL GENERAL DE PUEBLA DR. EDUARDO VAZQUEZ N.

Con número de registro: 34/CEI/AUT/2023


Del Dr. ERICK ROMERO MOLINA

Para la obtención del título de la Especialidad de MEDICINA DE URGENCIAS

Fecha: 1 DE DICIEMBRE 2023

Director de Tesis

DRA. ERICKA ANDRES MOTA  
Nombre

  
Firma

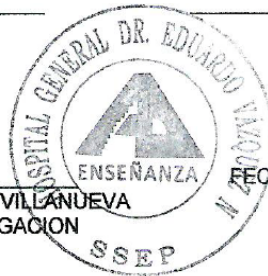
Asesor Metodológico

SAGRARIO LOBATO HUERTA  
Nombre

  
Firma

Se autoriza impresión de Tesis

  
DR. JUAN ALBERTO CARRASCO VILLANUEVA  
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION



FECHA: 04/ENERO/2024

Antiguo Camino a Guadalupe Hidalgo No. 11350 Col. Agua Santa  
Tel. 2226231000 ext. 245, 247  
Correo electrónico: residenciashgs@gmail.com



## ÍNDICE

	PÁGINA
<b>ABREVIATURAS</b>	6
RESUMEN	7
<b>1. ANTECEDENTES</b>	8
1.1. ANTECEDENTES GENERALES	8
1.1.1. DEFINICIÓN	9
1.1.2. EPIDEMIOLOGÍA	9
1.1.3. ETIOLOGÍA	10
1.1.4. FISIOPATOLOGÍA	11
1.1.5. REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR	11
1.1.6. ULTRASONIDO EN RCP	12
1.1.7. UTILIDAD DEL ULTRASONIDO EN RCP	14
1.1.8. AESP/SAESP	15
1.2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS	17
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	22
<b>3. HIPÓTESIS</b>	23
<b>4. OBJETIVOS</b>	23
4.1. OBJETIVO GENERAL	23
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	24
5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	24
5.2. MUESTRA Y MUESTREO	24
5.2.1. DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE POBLACIÓN	24

5.4.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	25
5.4.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	25
5.3. DEFINICIÓN DE VARIABLES Y ESCALAS DE MEDICIÓN	25
5.4. ESTRATEGIA DE TRABAJO	26
5.4.1. METODO RECOLECCION DE DATOS	27
5.4.2. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	27
5.5. ANÁLISIS DE DATOS	27
5.6. BIOÉTICA	27
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>28</b>
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>32</b>
<b>8. CONCLUSIÓN</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>42</b>
<b>A. Consentimiento informado</b>	<b>42</b>
<b>B. Recolección de datos</b>	<b>44</b>
<b>C. Definición de variables</b>	<b>45</b>

## INDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1 Cuadro de Variables	26
Tabla 2 Variables de frecuencias	28
Tabla 3 Prueba de Chi cuadrada	29
Tabla 4 Recolección de datos	44
Gráfica 1 Sexo con más presencia de paro cardiorespiratorio	29
Gráfica 2 Grupo etario mayor afectacion	30
Gráfica 3 Comparacion de ritmo evidenciado	31
Gráfica 4 Retorno a la circulacion espontanea	31
Gráfica 5 Retorno a la circulacion espontanea por ritmo	32

## **ABREVIATURAS**

**ACLS:** Soporte Vital Cardiovascular Avanzado

**AESP:** Actividad eléctrica sin pulso

**AHA:** Asociación Americana del Corazón

**E-FAST:** evaluación enfocada extendida con ecografía en trauma

**ERC:** Consejo Europeo de Resucitación

**FAST:** Ecografía abdominal enfocada en trauma

**FATE:** Evaluación enfocada en ecocardiografía transtorácica

**FEEL:** Evaluación ecocardiográfica enfocada en soporte vital

**FV:** Fibrilación ventricular

**ILCOR:** Comité internacional de enlace sobre reanimación

**LUS:** Ultrasonido Pulmonar

**PCA:** Paro cardiopulmonar

**POCUS:** Ultrasonido Point of care

**RCE:** Retorno a la circulación espontánea

**RCP:** Reanimación cardiopulmonar

**RUSH:** Ultrasonido rápido en choque

**SAESP:** Pseudo-actividad eléctrica sin pulso

**SCA:** Paro cardiaco súbito

**SVA:** Soporte Vital avanzado

**TRUE:** Ecografía Traqueal Rápida

**TTE:** Ecografía transtoracica

**TV:** Taquicardia ventricular

## RESUMEN

**Introducción.** El paro cardiorrespiratorio constituye una urgencia médica que requiere una atención inmediata debido a su alta incidencia de mortalidad, se han implementado mejoras en la atención oportuna, reduciendo los tiempos de respuesta y estableciendo protocolos específicos. En la búsqueda continua de mejoras en la atención, se buscó identificar las causas subyacentes del paro cardiorrespiratorio y explorar herramientas alternativas para su manejo y tratamiento.

**Objetivo.** Durante este estudio se evaluó el uso del ultrasonido durante la reanimación y su capacidad para distinguir entre la pseudo-actividad eléctrica sin pulso (SAESP) y la verdadera actividad eléctrica sin pulso (AESP), para determinar si tiene un impacto en la eficacia de la Reanimación Cardiopulmonar (RCP).

**Metodología.** Se llevó a cabo un estudio descriptivo, observacional y transversal con una muestra de 48 pacientes, todos con ritmo AESP detectado por telemetría.

**Resultados.** Utilizando el ultrasonido durante las pausas entre compresiones, se observó la presencia de una mínima contractilidad cardíaca con actividad eléctrica, pero sin un pulso palpable, definido como SAESP, que representó el 54.2% de la muestra total. Observando en ellos un retorno a la circulación espontánea (RCE) en un 84.6%. Los resultados analizados mediante la prueba de Chi-cuadrado mostraron un valor de  $p=0.01$ , indicando una estadística significativa con un nivel de confianza menor a  $p=0.05$ .

**Conclusión.** El uso del ultrasonido se revela como una herramienta útil durante la RCP, ya que facilita la identificación de SAESP, permitiendo continuar con una RCP de calidad y obteniendo mejores resultados como el RCE.

## 1.- ANTECEDENTES

### 1.1.- ANTECEDENTES GENERALES

La reanimación de pacientes con paro cardíaco agudo es una tarea común, pero difícil, con una tasa de éxito general baja.<sup>(1)</sup> El paro cardíaco y la reanimación cardiopulmonar (RCP) representan escenarios extremadamente críticos en la medicina de emergencia y los cuidados intensivos. La identificación rápida, junto con el diagnóstico y tratamiento eficaces, son esenciales para lograr una reanimación exitosa. En los últimos años, la ecografía ha adquirido un papel crecientemente relevante en la atención durante la reanimación cardiopulmonar.<sup>(2)</sup>

Los paros cardíacos en entornos hospitalarios son una preocupación significativa, ya que un porcentaje que oscila entre el 0,4% y el 2,0% de los pacientes hospitalizados requieren reanimación cardiopulmonar. La variedad de servicios disponibles en un hospital, la diversidad de condiciones clínicas de los pacientes, junto con sus niveles de enfermedad y los tratamientos requeridos, hacen de esta situación un desafío considerable para el equipo de profesionales que se enfrenta a ella.<sup>(3)</sup>

El paro cardíaco hospitalario representa un evento agudo que puede impactar a cualquier paciente ingresado en un centro médico. En términos de atención clínica, investigación y establecimiento de pautas, el término "paro cardíaco en el hospital" se refiere, con mayor frecuencia, a la interrupción de la circulación que requiere reanimación mediante compresiones torácicas, desfibrilación o ambas acciones, a diferencia de la muerte sin intentos de reanimación.<sup>(4)</sup>

### 1.1.1. Definición

El paro cardíaco se define como la interrupción brusca y generalmente inesperada de la actividad mecánica cardíaca, se diagnostica ante la falta de consciencia, pulso y respiración, mayormente irreversible. <sup>(5)</sup>

La reanimación cardiopulmonar (RCP) se define como el conjunto de maniobras para revertir el paro cardiorrespiratorio, para intentar restaurar la respiración y circulación espontáneas con el fin de evitar la muerte por lesión irreversible de órganos vitales, especialmente del cerebro. <sup>(5)</sup>

### 1.1.2. Epidemiología

El paro cardíaco representa una de las principales causas de mortalidad a nivel global, con una tasa de supervivencia fuera del entorno hospitalario que se sitúa por debajo del 10 %. <sup>(6)</sup> Para los pacientes afectados, este evento representa su primer y último encuentro con el sistema de atención médica. El paro cardíaco súbito (SCA) afecta a un rango de 150 000 a 450 000 personas al año solo en los Estados Unidos. Por lo que la búsqueda intencionada de las causas de paro cardiorrespiratorio y su pronóstico durante la RCP ha tenido la necesidad de buscar ayuda con métodos extracorpóreos. <sup>(7)</sup>

La incidencia del paro cardíaco intrahospitalario (IHCA) fue de 1.7 por cada 1 000 ingresos hospitalarios, según el Registro Sueco de Reanimación Cardiopulmonar. Los datos de GWTG de 2021, el 60,9 % de los eventos de IHCA en adultos ocurrieron en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), el quirófano o la sala de emergencias, mientras que el 39,2 % restante tuvo lugar en áreas de atención no crítica. Estos datos se basaron en 45 815 eventos en 357 hospitales. <sup>(8)</sup>

### 1.1.3. Etiología

El paro cardíaco generalmente se asocia a una enfermedad cardíaca estructural subyacente. Se estima que el 70% de los casos de paro cardíaco se derivan de la enfermedad coronaria isquémica, siendo esta la causa principal. Otras condiciones estructurales que pueden contribuir son: la insuficiencia cardíaca congestiva, la hipertrofia ventricular izquierda, anomalías congénitas en las arterias coronarias, la displasia arritmogénica del ventrículo derecho, la miocardiopatía obstructiva hipertrófica y el taponamiento cardíaco. Entre las causas cardíacas no estructurales se incluyen el síndrome de Brugada, el síndrome de Wolff-Parkinson-White y el síndrome congénito de QT largo. Además, existen numerosas causas no cardíacas que pueden desencadenar un paro cardíaco, como la hemorragia intracraneal, la embolia pulmonar, el neumotórax, el paro respiratorio primario, la ingestión tóxica (incluyendo sobredosis de medicamentos), desequilibrios electrolíticos, sepsis e hipotermia o trauma. <sup>(8, 9)</sup>

El mecanismo eléctrico más prevalente, causante del 50 al 80% de los paros cardiopulmonares, es la fibrilación ventricular (FV). Por otro lado, entre el 20% y el 30%, que representan las formas menos comunes de arritmias, incluyen la actividad eléctrica sin pulso (AESP) y la asistolia. La taquicardia ventricular (TV) sostenida sin pulso es un mecanismo menos frecuente, y esta situación puede evolucionar hacia una muerte súbita si no se aborda a tiempo. No obstante, un paro cardiopulmonar (PCA) puede ser revertido mediante RCP, cardioversión o desfibrilación, así como a través de la implementación de un marcapasos cardíaco. <sup>(10)</sup>

#### 1.1.4. Fisiopatología

El paro cardíaco desencadena una isquemia generalizada con impactos celulares que adversamente afectan la función del órgano, incluso después de la reanimación y la restauración del flujo sanguíneo. Las principales consecuencias incluyen daño directo a las células y la aparición de edemas. Este último resulta especialmente riesgoso en el cerebro, donde el espacio para la expansión es limitado y a menudo conduce a un aumento de la presión intracraneal y la reducción del flujo sanguíneo cerebral después de la reanimación. Un número alto de pacientes post paro cardiorrespiratorio llegan a presentar, disfunción cerebral a corto o largo plazo, manifestada por alteraciones en el estado de consciencia, que pueden variar desde una leve confusión hasta un estado de coma, así como la ocurrencia de convulsiones. <sup>(11)</sup>

#### 1.1.5. Reanimación cardiopulmonar.

La Asociación Americana del Corazón (AHA) ha establecido cadenas de supervivencia entre los casos de paro cardíaco fuera del hospital y dentro del hospital. La cadena de supervivencia para el paro cardíaco dentro del hospital se enfoca en el reconocimiento temprano del paro cardiorrespiratorio/detención inminente. La AHA continúa resaltando la importancia de iniciar la Reanimación Cardiopulmonar (RCP) de manera inmediata después de activar los protocolos de respuesta de emergencia en el entorno hospitalario. <sup>(12)</sup>

El RCP de calidad se define como reanimación de calidad según la AHA, a las siguientes acciones, minimizar el tiempo entre compresiones no más de 10 segundos entre una y otra, compresiones cardiacas a un ritmo entre 100 y 120 por minuto, generar

una profundidad de las compresiones entre 5cm en adultos, permitir que se expanda el tórax por completo después de cada compresión, evitar la ventilación excesiva. <sup>(13)</sup>

El objetivo principal de la reanimación cardiopulmonar es conseguir el retorno espontáneo de la circulación sanguínea lo antes posible, teniendo una perfusión cerebral y miocárdica adecuada para mantener y lograr un estado neurológico óptimo. Para lograr este objetivo, actualmente la reanimación cardiopulmonar se realiza mediante compresiones torácicas, ventilación y medicamentos de reanimación. <sup>(14)</sup>

#### 1.1.6. Ultrasonido en Reanimación Cardiopulmonar

Durante un paro cardíaco, la ecocardiografía se ha utilizado para detectar causas reversibles. Cada vez se emplea más como un complemento para evaluar la interrupción de la reanimación, ya que los informes sugieren que la falta de actividad cardíaca organizada detectada en la ecocardiografía puede predecir un pronóstico desfavorable. Por otro lado, la identificación de fibrilación ventricular o pseudo-actividad eléctrica sin pulso (SAESP) se relaciona con una perspectiva más favorable.

En los últimos años, algunos estudios han indicado que su uso podría ocasionar pausas más prolongadas en las compresiones torácicas durante la reanimación cardíaca, lo cual plantea inquietudes sobre su efectividad en este contexto. <sup>(15)</sup>

Los estudios observacionales indican que la ecocardiografía transtorácica enfocada (TTE) durante la reanimación del paro cardíaco puede ser beneficiosa al identificar pacientes con un pronóstico desfavorable, detectar con precisión patologías reversibles y orientar los esfuerzos continuos de reanimación. La TTE enfocada resulta crucial para detectar patologías obstructivas, así como para evaluar el estado de llenado, como una causa de la detención cardíaca. <sup>(16)</sup>

Identificar estas condiciones patológicas durante la reanimación proporciona al médico la oportunidad de ajustar más eficazmente su enfoque terapéutico; por lo tanto, esta acción tiene el potencial de mejorar el pronóstico del paciente. Otra capacidad de la ecocardiografía de punto de atención (POCUS) es predecir la falta de retorno de la circulación espontánea (RCE) al final de un procedimiento de soporte vital avanzado (ACLS) en situaciones donde no se detecta actividad cardíaca.

El retorno a la circulación espontánea (RCE) se define como la presencia de un ritmo cardíaco espontáneo acompañado de respiración, tos, movimientos o un breve pulso palpable, de acuerdo con las recomendaciones de los registros. <sup>(17)</sup>

El empleo de ultrasonido (USG) durante un paro cardíaco se puede clasificar en varias categorías: vistas cardíacas, subxifoideas y paraesternales, que son esenciales; complementarias (vistas pulmonares y de la vena cava inferior); y vistas adicionales (verificación del pulso, posicionamiento del tubo endotraqueal, evaluación de trombosis venosa profunda y aórtica, además de vistas rápidas (FAST). <sup>(18)</sup>

A pesar de que las vistas subxifoideas o paraesternales son opciones viables, un estudio reciente realizado por usuarios experimentados en el uso de ultrasonido encontró que la vista larga paraesternal ofreció una calidad de imagen cardíaca notablemente superior, y además de que requiere menos tiempo para la adquisición de imágenes en comparación con la vista subxifoidea. <sup>(19)</sup>

En estas situaciones, los médicos pueden emplear la ecografía en el punto de atención para detectar la actividad cardíaca cuando no hay pulsos palpables, es decir, en casos de actividad eléctrica sin pulso verdadera de la pseudo-actividad eléctrica sin pulso (SAESP). Además, el uso de la ecografía permite identificar la presencia y la causa de

un shock obstructivo, una condición que podría ser menos probable de identificar sin la ayuda de la ecografía en el punto de atención. <sup>(20)</sup>

En los últimos años, el uso de la ecografía se ha vuelto cada vez más fundamental en la medicina de emergencia y en la atención médica aguda en países con ingresos altos. La ecografía a pie de cama (POCUS: point-of-care ultrasonography), realizada por médicos de urgencias, se ha convertido en una herramienta adicional en la evaluación integral de los pacientes. Diversas situaciones clínicas, como el shock, el paro cardiorrespiratorio, la congestión pulmonar, la enfermedad trombótica venosa y el tromboembolismo pulmonar, así como la patología aórtica aguda y el paciente traumatizado, representan escenarios de riesgo vital donde la utilización de la ecografía resulta de gran utilidad. <sup>(21)</sup>

#### 1.1.7. Utilidad del Ultrasonido durante la Reanimación Cardiopulmonar

El ultrasonido debe ser llevado a cabo por un operador dedicado simultáneamente al proceso de reanimación, sin interferir durante la RCP. Además, puede ser útil en la etapa posterior a la reanimación para mejorar la función hemodinámica y para evaluar posibles complicaciones multiorgánicas, como el neumotórax, las contusiones pulmonares y las disfunciones de los órganos periféricos. <sup>(22, 47)</sup>

La ecografía cardíaca brinda la oportunidad para evaluar y mejorar la técnica de las compresiones torácicas, al permitir ajustar la posición de las manos del reanimador según la anatomía específica del paciente. Las directrices actuales sobre el punto de compresión óptimo son generales y sugieren la "mitad inferior del esternón" para niños y adultos, a menudo utilizando la línea entre los pezones como referencia. Sin embargo, estudios de imagen han revelado que las estructuras dentro del tórax justo debajo de esta

línea pueden ser la aorta o el tracto de salida del ventrículo izquierdo, en lugar del ventrículo izquierdo, en hasta un 80% de las personas.<sup>(23)</sup>

La American Heart Association ahora recomienda el uso de ecografía en el lugar de atención para evaluar las causas reversibles del paro cardíaco. Los estudios han subrayado la importancia de llevar a cabo una reanimación cardiopulmonar (RCP) de alta calidad, enfatizando la necesidad de minimizar las interrupciones para aumentar las posibilidades de lograr el retorno de la circulación espontánea.

A pesar de la evidencia que indica que profesionales experimentados pueden realizar ecografías en menos de 10 segundos, actualmente no existen estudios que evalúen el uso del ultrasonido durante la reanimación cardiopulmonar en nuestro entorno médico específico.<sup>(24)</sup>

La ecografía durante la reanimación cardiopulmonar brinda al médico de urgencias la capacidad de entender la fisiología predominante en un paciente con shock, identificar la causa de la hipoxemia aguda y valorar la efectividad de intervenciones terapéuticas como la administración de fármacos vaso activos o líquidos intravenosos. Aunque en la Ecocardiografía Focal se suele describir un conjunto básico de 5 vistas para esternales y subcostales, con la adquisición de conocimientos adicionales, práctica y exploración de otros ángulos, el profesional de urgencias puede mejorar su capacidad para tomar decisiones clínicas. <sup>(25)</sup>

#### 1.1.8. Actividad Eléctrica Sin Pulso y Pseudo-Actividad Eléctrica Sin Pulso

La actividad eléctrica sin pulso (AESP), también llamada disociación electromecánica, es una condición médica que se caracteriza por la ausencia de respuesta y la falta de pulso palpable a pesar de la presencia de una descarga eléctrica suficiente.

Actualmente, la actividad eléctrica sin pulso (AESP) representa un desafío diagnóstico, y la posibilidad de certificarla mediante la palpación del pulso carotídeo es cuestionable, ya que su sensibilidad varía aproximadamente entre un 45% y un 55%.<sup>(26)</sup> La AESP representa un tipo particular de paro cardíaco en el que los pacientes muestran actividad eléctrica organizada, pero no hay un pulso palpable presente. Durante las últimas dos décadas, la incidencia de AESP ha aumentado, representando aproximadamente el 35%-40% de todos los casos de paro cardiorrespiratorio.

AESP se puede dividir en dos categorías: SAESP y AESP verdadera, basándose en la presencia o ausencia de actividad cardíaca detectada en la ecografía. Se ha reportado que la tasa de supervivencia de la SAESP es significativamente mayor que la de la AESP verdadera.<sup>(27)</sup>

La actividad eléctrica sin pulso no necesariamente indica la ausencia total de actividad mecánica. Puede haber contracciones en los ventrículos y presiones detectables en la aorta, lo que se conoce como SAESP. La verdadera actividad eléctrica sin pulso ocurre cuando no hay contracciones cardíacas a pesar de la presencia de impulsos eléctricos coordinados. Este tipo de actividad eléctrica sin pulso puede abarcar varios ritmos cardíacos organizados, que pueden ser de origen supraventricular, sinusal o no sinusal, así como de origen ventricular, como ritmos idioventriculares acelerados o de escape.

No obstante, es importante señalar que un pulso impalpable no siempre indica la presencia de actividad eléctrica sin pulso, ya que podría ser consecuencia de una grave anomalía vascular periférica.<sup>(28)</sup>

Los datos del Registro Nacional de Reanimación Cardiopulmonar, basados en 51,919 casos de paro cardíaco hospitalario, revelaron que aproximadamente el 24%

presentaba un ritmo inicial de taquicardia ventricular (VT) o fibrilación ventricular (FV), mientras que el 37 % correspondía a actividad eléctrica sin pulso (AESP) y el 39 % restante mostraba ausencia de actividad eléctrica como ritmo inicial. <sup>(29,30)</sup>

## 1.2.- ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

La reanimación cardiopulmonar convencional se desarrolla en dos etapas: compresión y descompresión. Durante la compresión externa del tórax, se genera un flujo sanguíneo arterial debido a los cambios en la presión intratorácica provocados por la fuerza aplicada por las manos. En consecuencia, la reanimación cardiopulmonar convencional se beneficia del uso de toda la cavidad torácica como una bomba, no únicamente del corazón.

Esta presión torácica se transmite por el cuerpo a través de las arterias principales. Afortunadamente, este aumento de presión no afecta las grandes venas debido al cierre de las válvulas venosas en la salida torácica. En resumen, a mayor intensidad en las compresiones torácicas, mayor será el gasto cardíaco (en realidad, torácico) resultante y la cantidad de flujo sanguíneo hacia el cerebro. <sup>(31)</sup>

La aplicación más valiosa de la ecocardiografía durante la reanimación cardiopulmonar (RCP) es la evaluación de la probabilidad de una reanimación exitosa. En esta situación, la ecocardiografía se emplea para detectar el movimiento cardíaco espontáneo. Un metaanálisis realizado por Tsou et al. ha revelado que el movimiento cardíaco espontáneo tiene una sensibilidad y especificidad del 95 % y 80 % respectivamente para predecir el retorno de la circulación espontánea (RCE) durante un paro cardíaco.

A pesar de estos hallazgos, el Consenso Internacional de 2020 sobre Reanimación Cardiopulmonar y Ciencia de la Atención Cardiovascular de Emergencia con Recomendaciones de Tratamiento sugirió no utilizar el ultrasonido para el pronóstico durante la RCP. Esta recomendación se basó en la baja certeza general de la evidencia para todos los resultados, principalmente debido al riesgo de sesgo, inconsistencias y/o imprecisiones en los datos. <sup>(32,34, 48)</sup>

El meta análisis reciente de 15 estudios que analizaron la relación entre el movimiento cardíaco y los resultados en un paro cardíaco en adultos reveló una razón de probabilidades de 12.4% para el retorno de la circulación espontánea cuando se detectaba movimiento cardíaco en el ecocardiograma. En contraste, el 94% de los pacientes que no mostraban movimiento cardíaco en el ecocardiograma no sobrevivieron hasta la admisión. <sup>(33, 42)</sup>

El ultrasonido de reanimación es un subgrupo de procedimientos de ultrasonido aplicados en el lugar donde se realiza la reanimación para mejorar los esfuerzos de salvamento. Su objetivo es guiar intervenciones y se distingue principalmente de la ecocardiografía transtorácica especializada. La ecografía de reanimación se destaca por su simplicidad y su capacidad para ser realizada por un amplio número de médicos que tratan problemas médicos agudos. En este contexto, en lugar de expertos en imágenes, se necesitan especialistas en reanimación para su aplicación efectiva. Existen protocolos que introducen nuevos enfoques de ultrasonido en la atención médica y consisten en un número limitado de ecografías que se realizan en un orden específico con el propósito de comprender el estado fisiológico real de un paciente. <sup>(35)</sup>

La ecografía presenta varias ventajas en comparación con otras modalidades de imagen, como la radiografía simple de tórax y la tomografía computarizada torácica. Se destaca por su capacidad para realizar y interpretar el examen de manera rápida. Además, no implica el traslado del paciente, lo cual es especialmente beneficioso en casos de pacientes inestables. <sup>(36)</sup>

Las aplicaciones del ultrasonido cardíaco enfocado durante el Soporte Vital Cardíaco Avanzado (ACLS, por sus siglas en inglés) son diversas y beneficiosas en tres aspectos clave. En primer lugar, mejora el estándar del ACLS al confirmar el retorno de la circulación espontánea, utilizando la detección de movimiento cardíaco y flujo carotideo como indicadores cruciales.

En segundo lugar, el ultrasonido cardíaco enfocado ha demostrado ser una herramienta fiable para diagnosticar las causas habituales de paro cardíaco, permitiendo una identificación más rápida y precisa de la causa subyacente, lo que a su vez reduce el tiempo de tratamiento.

Por último, durante la aplicación del ACLS, el ultrasonido cardíaco enfocado puede utilizarse como una herramienta predictiva para evaluar la probabilidad de supervivencia, lo que contribuye a una mejor comprensión del pronóstico del paciente. <sup>(37, 38)</sup>

Considerando la naturaleza crítica del paro cardíaco, resulta fundamental contar con un liderazgo sólido y una coordinación efectiva con el operador de ultrasonido. La evaluación mediante ultrasonido debe llevarse a cabo de manera ágil por un operador con la capacitación necesaria para recabar toda la información pertinente mientras se realizan las compresiones torácicas y durante las pausas para evaluar el pulso y el ritmo cardíaco. <sup>(39)</sup>

La ecografía puede ser sumamente valiosa en el abordaje de la Actividad Eléctrica Sin Pulso (AESP), la cual generalmente presenta tasas de supervivencia más bajas en comparación con el paro cardíaco con taquicardia o fibrilación ventricular. Distinguir clínicamente entre la verdadera AESP y la AESP simulada (SAESP) es imposible sin imágenes directas del miocardio. Ambas condiciones comparten la presencia de actividad eléctrica organizada detectable en el electrocardiograma junto con la ausencia de pulso; sin embargo, en la AESP verdadera, se produce una falla completa en el acoplamiento electromecánico, lo que resulta en la ausencia de contracción o engrosamiento del miocardio. Por otro lado, en la SAESP, a pesar de la incapacidad para generar un flujo hacia adelante adecuado, se observa una contracción miocárdica visible.

Se ha observado que los pacientes diagnosticados con SAESP mediante la identificación de actividad cardíaca coordinada en la ecografía cardíaca presentaban un pronóstico más favorable. Además, la ecografía cardíaca también puede ser útil en la evaluación de la asistolia. En algunos casos, es posible detectar fibrilaciones ventriculares finas mediante ecografía, aun cuando el diagnóstico electrocardiográfico sea de asistolia. Esto podría modificar la vía de tratamiento hacia un ritmo desfibrilable.

(40, 50)

La evaluación ecográfica se emplea para identificar y tratar las causas reversibles, como hipovolemia, taponamiento cardíaco, neumotórax a tensión, tromboembolismo pulmonar, disección aórtica y anomalías en el movimiento de la pared isquémica, que pueden desencadenar un paro cardíaco. Además, se utiliza para detectar estados de bajo gasto cardíaco, como la Actividad Eléctrica Sin Pulso Simulada (SAESP).

Varios estudios han investigado el uso del ultrasonido durante la reanimación cardiopulmonar con el propósito de identificar y abordar estas causas reversibles. (42, 49)

La Actividad Eléctrica Sin Pulso Simulada (SAESP) se define por cambios ecocardiograficos que muestran dimensiones ventriculares contráctiles con actividad eléctrica sincrónica, pero sin presencia de pulso palpable. Estudios han revelado que en pacientes con AESP y actividad eléctrica sincrónica durante la aplicación del protocolo de reanimación ACLS, la tasa de supervivencia fue del 37.7%, en comparación con aquellos casos donde se observó actividad cardiaca asincrónica.<sup>(42)</sup>

Los pacientes en los que se demostró la presencia de SAESP durante la Reanimación Cardiopulmonar (RCP) con apoyo de ultrasonido y que recibieron fármacos adrenérgicos continuos (como epinefrina, dopamina o noradrenalina) antes de recuperar el Retorno de la Circulación Espontánea (RCE) mostraron una mayor tasa de supervivencia (45.5% vs 0%) y un pronóstico mejorado de RCE (90.9% vs 47.1%) en comparación con aquellos en los que se observó actividad eléctrica asincrónica. Por lo tanto, se estableció que el uso de ultrasonido y la detección de SAESP con actividad sincrónica, junto con la administración de fármacos adrenérgicos, presentaron una relación más alta con la supervivencia y el logro de RCE.<sup>(43)</sup>

Es posible que la Pseudo-Actividad Eléctrica Sin Pulso (SAESP) y la verdadera Actividad Eléctrica Sin Pulso (AESP) no sean entidades separadas, sino que representen un deterioro continuo de la contracción del músculo cardíaco. La SAESP implica un proceso de deterioro en el que las contracciones, inicialmente organizadas, se debilitan y evolucionan hacia la desorganización, similar a las contracciones agónicas.

Durante un conjunto de casos de paro cardíaco, se observó que aproximadamente el 27% de los pacientes presentaban AESP, mientras que alrededor del 18% mostraba SAESP mediante el movimiento cardíaco detectado en la ecocardiografía. En comparación con la Actividad Eléctrica Sin Pulso (AESP) verdadera, la Actividad Eléctrica

Sin Pulso Simulada (SAESP) se relaciona con mayores probabilidades de alcanzar el Retorno de la Circulación Espontánea (RCE) y pronósticos más favorables. Según un reciente metaanálisis, los pacientes con SAESP tuvieron 4,4 veces más probabilidades de lograr la RCE en comparación con aquellos pacientes con paro cardíaco y AESP verdadera <sup>(44)</sup>

Sin embargo, a pesar de que el uso del ultrasonido en el punto de atención (POCUS) durante la actividad eléctrica sin pulso (AESP) en paros cardíacos no ha demostrado un beneficio en términos de mortalidad, ha sido eficaz para identificar causas reversibles de AESP. Se han descubierto condiciones como la hipovolemia, el taponamiento cardíaco y la evidencia de embolia pulmonar mediante ultrasonido. Es importante tener en cuenta que el beneficio de encontrar una causa reversible de PEA mediante POCUS podría verse afectado por las pausas prolongadas en la RCP. Para abordar este problema, estamos planeando entrenar a los equipos médicos en un enfoque protocolizado de POCUS durante el paro cardíaco, y luego analizar nuevamente

## **2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La ecocardiografía enfocada en reanimación es una aplicación relativamente nueva y en evolución de la ecografía en el lugar de atención que puede beneficiar significativamente a los pacientes que tienen causas reversibles de paro cardíaco. El papel potencial de la ecografía como complemento del ACLS fue reconocido en 2010 por las directrices de ACLS de la American Heart Association (AHA), el European Resuscitation Council (ERC) y el International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). En el área de urgencias del Hospital general del sur, se realiza múltiples

reanimaciones cardiopulmonares, durante los turnos médicos, en los cuales pocas veces se realiza con apoyo diagnóstico de imagen ultrasonográfico, tomando telemetría con frecuencia para detección de AESP, sin demostrar la prevalencia de pseudo-actividad eléctrica sin pulso.

Pregunta:

¿Cuál es la utilidad del ultrasonido en la reanimación cardiaca para identificar pseudo-actividad eléctrica sin pulso de la verdadera actividad eléctrica sin pulso en el Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez N”?

### **3.- HIPÓTESIS**

“El ultrasonido durante la reanimación cardiaca es una técnica útil para identificar pseudo-actividad eléctrica sin pulso de la verdadera actividad eléctrica sin pulso el área de urgencias del Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez N”

### **4.- OBJETIVOS**

#### **4.1.- OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la utilidad del ultrasonido en paro cardiaco para identificar pseudo-actividad eléctrica sin pulso de la verdadera actividad eléctrica sin pulso en el área de urgencias del Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez N”.

## 4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Valorar el ritmo electrocardiográfico de AESP en paro cardiorrespiratorio.
- Estimar la presencia de SAESP en pacientes en paro cardiorrespiratorio.
- Evaluar el retorno a la circulación cardiaca.

## 5.- MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se trata de un estudio de características observacional, transversal y prospectivo. Por el propósito del estudio es descriptivo y se llevó a cabo de manera unicéntrica en el periodo de enero 2022 a julio 2022, en el área de urgencias del Hospital General de Puebla “Dr Eduardo Vázquez N”.

El tipo de muestra fue de tipo conveniente conformado por 48 pacientes.

### 5.2 MUESTRA Y MUESTREO

El muestreo que se utilizó fue no probabilístico, la muestra fue un total de 48 pacientes con expedientes completos y que reunieron los criterios de selección de inclusión y exclusión.

#### 5.2.1. DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE POBLACIÓN.

La unidad de población del presente estudio se conformará con cada paciente en paro cardiaco atendido en el Servicio de Urgencias del Hospital General del Sur “Dr. Eduardo Vázquez N”.

### 5.2.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Pacientes de ambos sexos, que fueron acotados en una edad de 18 años en adelante, que contaban con expediente clínico completo, pacientes en paro cardiaco que ingresaron al área de urgencias con un tiempo conocido de paro cardiorespiratorio no mayor a 10 minutos. Pacientes en paro cardiaco, atendidos en el Servicio de Urgencias del Hospital General “Dr. Eduardo Vázquez N”. Pacientes que sus familiares hayan aceptado firmar el Consentimiento informado (Anexo A).

### 5.2.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

Se excluyeron pacientes que llegaron en paro cardíaco desconociendo el tiempo del paro, atendidos fuera del área de urgencias, pacientes que familiares rechazaron firmar el consentimiento informado (Anexo A)

### 5.3.- DEFINICIÓN DE VARIABLES Y ESCALAS DE MEDICIÓN

La tabla número 1 describe las variables por nombre, por su unidad y escala de medición.

La definición de las variables se encuentra en el apartado anexos. (Anexo C)

**TABLA 1. CUADRO DE VARIABLES**

<b>Variable</b>	<b>Dependiente o Independiente</b>	<b>Escala</b>	<b>Medición</b>
Edad	Dependiente	De razón	En años cumplidos
Sexo	Dependiente	Nominal	Masculino/femenino
Ritmo electrocardiográfico	Dependiente	Nominal	AESP/SAESP
Movimiento cardíaco por ultrasonido	Independiente	Nominal	Sí/no
Retorno a la circulación espontánea	Independiente	Nomina	Sí/No

#### 5.4. ESTRATEGIA DE TRABAJO

Se conformó la población en estudio con pacientes en paro cardíaco con presencia de AESP que ameritaron reanimación guiada por ultrasonido.

La fuente de información fue de tipo primario, a partir de la atención de manera directa al paciente en estado crítico.

Para la recolección de los datos de cada paciente seleccionado se construyó un formato donde se registrarán las variables a estudiar.

A cada paciente que conformó la muestra se verificó si cumple con los criterios de selección para el ingreso al estudio.

Se describió la evolución clínica, desenlace de estos pacientes en estado crítico.

Se consolidó en una base de datos en Excel y en el paquete estadístico SPSS versión 25 de IBM para el análisis de las variables pertinentes para el estudio.

#### 5.4.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se encuentra en el apartado (Anexo B)

#### 5.4.2. TÉCNICA Y PROCEDIMIENTOS

Se cumplió estrictamente los criterios de selección de los pacientes, y todos los datos serán verificados por lo menos en dos ocasiones con su respectiva historia clínica. Se captarán las variables de evaluación con ecografía más relevantes en situaciones críticas, a saber, función ventricular izquierda, respuesta al volumen, dilatación ventricular derecha, taponamiento cardíaco y la evaluación pulmonar.

#### 5.5. ANÁLISIS DE DATOS

Se emplearon estadística descriptiva para los datos generales de la población en estudio:

Para variables cuantitativas:

Se aplicó la media como medida de tendencia central y desviación estándar como medida de dispersión.

Para variables cualitativas:

Se aplicará cálculo de frecuencias y porcentajes, con sus respectivos gráficos.

#### 5.6. BIOÉTICA

El proyecto se basa en los tres pilares fundamentales de la bioética médica que son: autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia.

Se tendrá confidencialidad en el manejo de los datos y se respetarán los principios establecidos por la Ley General de Salud.

El presente protocolo se ajusta a los lineamientos de la ley general de salud de México, promulgada en 1986, y las convenciones de Helsinki y Tokio respecto a la

confidencialidad de los participantes en el estudio. Se firmará la hoja del consentimiento

## 6. RESULTADOS

El estudio se llevó a cabo en el área de urgencias del Hospital General de Puebla 'Dr. Eduardo Vázquez N', en el periodo comprendido de enero-julio del 2022. El objetivo fue evaluar la utilidad del ultrasonido durante la reanimación cardíaca para distinguir entre la pseudoactividad eléctrica sin pulso y la verdadera actividad eléctrica sin pulso, así como para valorar el manejo durante la RCP. Las características de los pacientes estudiados considerando variables de frecuencia se describen en la siguiente tabla.

SEXO	n	%
HOMBRE	25	52
MUJER	23	48
EDAD	n	%
Adolescencia (12-18 años)	1	2.08
Adulthood joven (19-39 años)	2	4.16
Adulthood intermedia (40-64 años)	24	50
Adulthood avanzada (>65 años)	21	43.75
RITMO	n	%
AESP	22	45.80
SAESP	26	54.20
RCE	n	%
SI	33	68.75
NO	15	31.25
RCE	SI	NO
AESP	11 (50%)	11 (50%)
SAESP	22 (84.60%)	4 (15.40%)

Tabla 2. Variables de frecuencia.

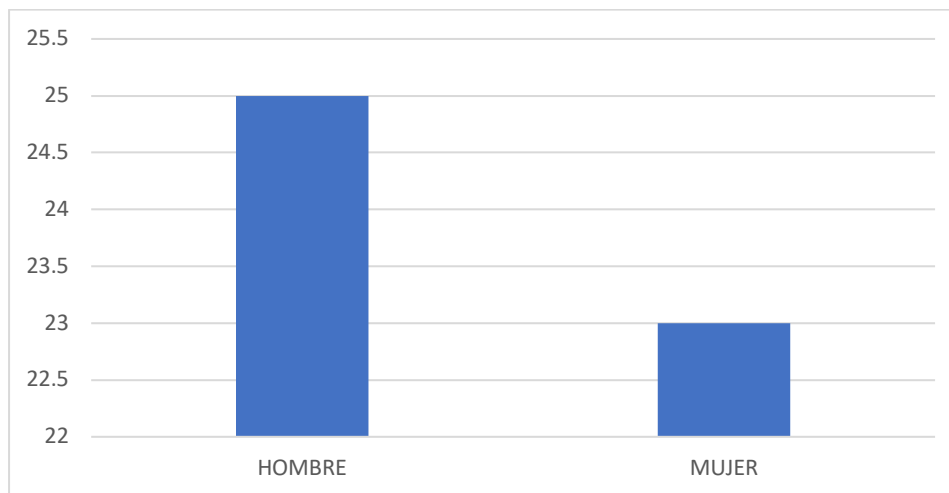
Para evaluar estos resultados en el total de pacientes estudiados, se utilizó la prueba estadística de Chi-cuadrado donde se observó como resultado una p de 0.01, lo que nos demuestra un resultado significativo menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay una asociación estadísticamente significativa entre las variables de este estudio.

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6.64	1	.01	.01	.01
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	5.13	1	.02		
Prueba exacta de Fisher				.01	.01
N de casos válidos	48				

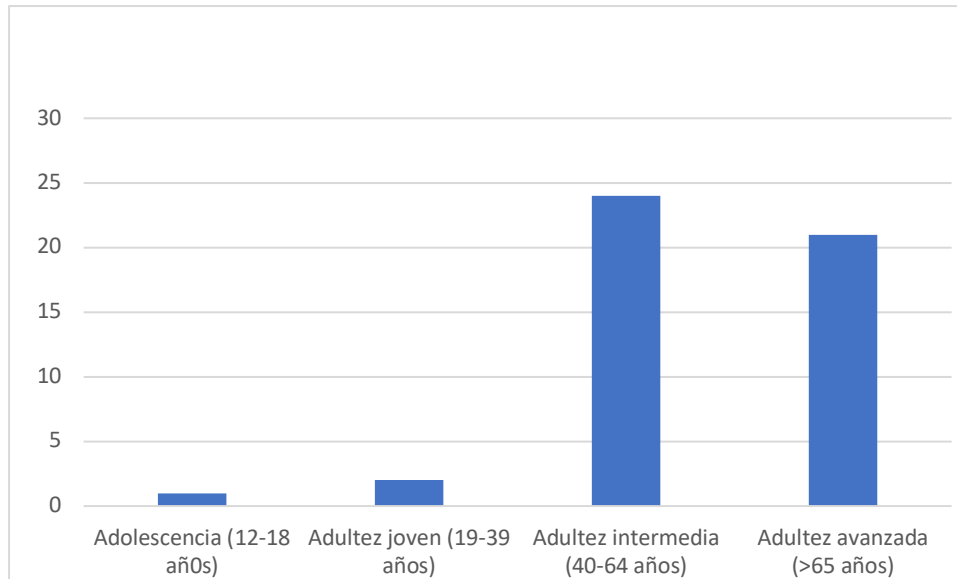
**Tabla 3. Prueba de Chi-cuadrado.**

De los 48 pacientes evaluados durante esta investigación, en el periodo comprendido de enero-julio 2022, se encontró que el sexo más afectado por el paro cardiorrespiratorio fue el masculino, representando un 52% en comparación con el sexo femenino con un 48%. (Gráfica 1)



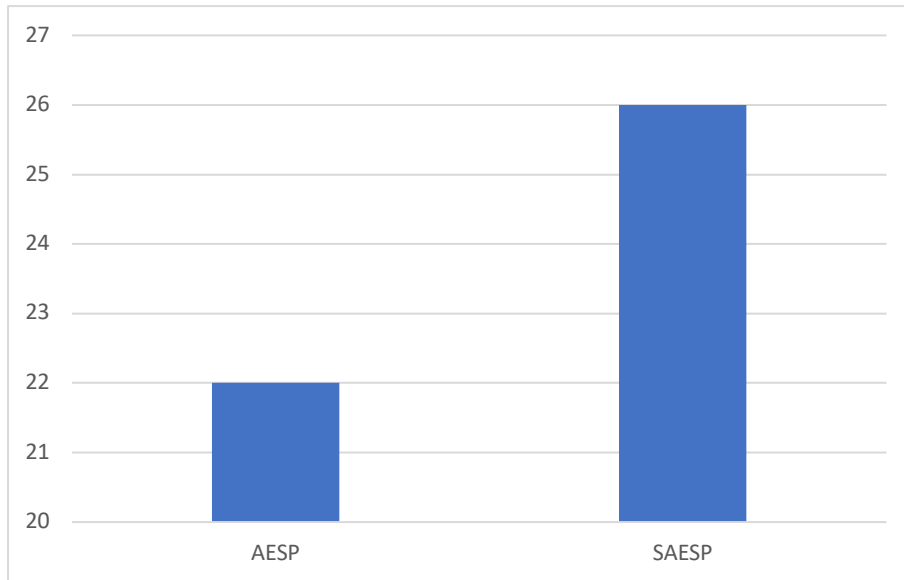
Gráfica 1. Sexo con más presencia de paro cardiorrespiratorio.

Se observó una mayor afectación en los pacientes que pertenecían al grupo etario de adultez intermedia, representando el 50%, seguido por el grupo de adultez avanzada con un 43.75%. Se registró una incidencia mínima en el grupo de adultez joven, con un 4.16%, y en adolescentes, con un 2.08 %.(Gráfica 2)



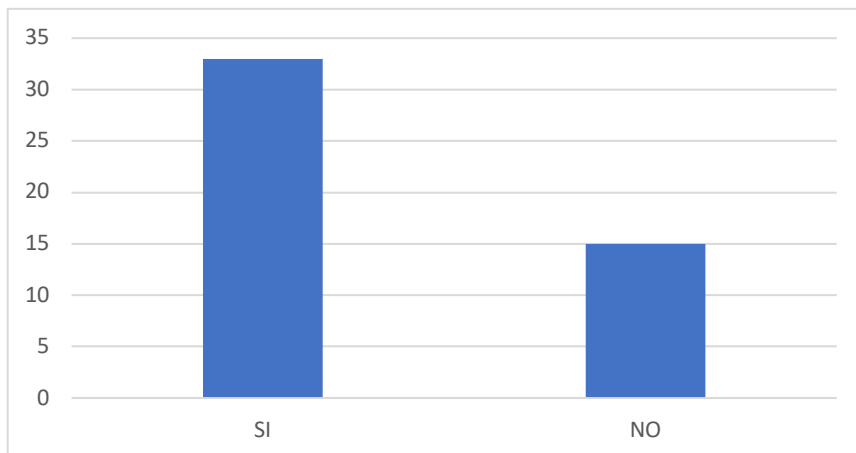
Gráfica 2. Grupo etario con mayor afectación.

Se identificó mediante ultrasonido que de los 48 pacientes estudiados, el 54.20% de los pacientes presentaba un patrón de pseudo-actividad eléctrica sin pulso, mientras que el 45.80% mostraba una actividad eléctrica sin pulso verdadera. (Gráfica 3).



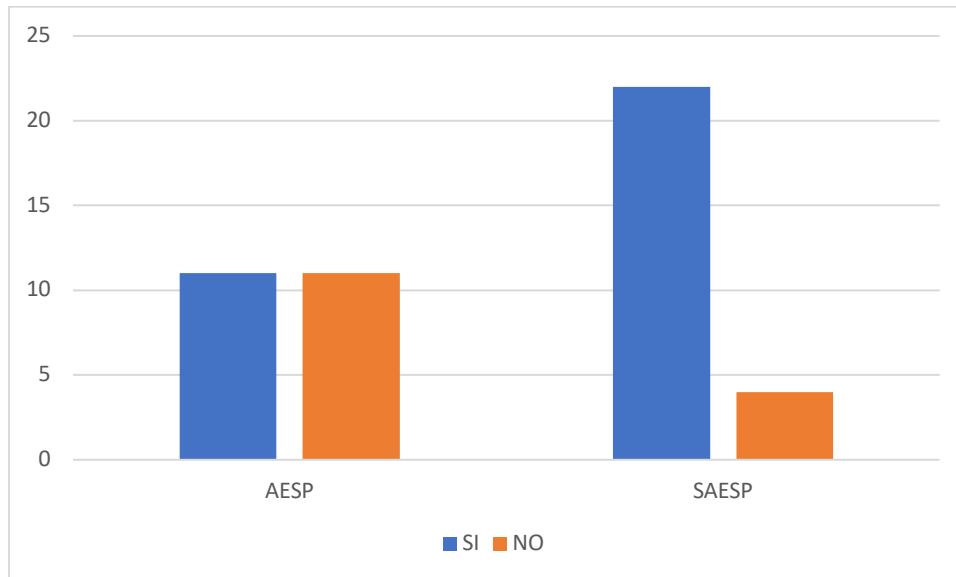
Gráfica 3. Comparación de ritmo evidenciado.

El retorno a la circulación espontánea (RCE) en el total de pacientes, independientemente del ritmo cardíaco, fue del 68.5%, en comparación con el 31.5% de los pacientes en los que no se logró recuperar el retorno a la circulación.



Gráfica 4. Retorno a la circulación espontánea.

Se encontró que hay un mejor pronóstico para lograr un retorno a la circulación espontánea en los pacientes en quienes se evidenció una pseudo-actividad eléctrica sin pulso representando un 84.6%, en comparación con el 50% de aquellos en quienes se evidenció actividad eléctrica sin pulso. (Gráfica 5)



Gráfica 5. Retorno a circulación espontánea por ritmo.

## 7. DISCUSIÓN

Se realizó una investigación en 48 pacientes en paro cardiorrespiratorio durante el período de enero a julio de 2022 en el área de urgencias del Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez N”, donde se observó la presencia de Actividad Eléctrica Sin Pulso (AESP) en todos ellos. Se utilizó el apoyo del ultrasonido, y se encontró que 26 de ellos tenían pseudoactividad eléctrica sin pulso (SAESP), lo que condujo a continuar con la reanimación cardiopulmonar, optimizando adecuadamente las compresiones torácicas y

el uso de fármacos adrenérgicos seleccionados individualmente. Logrando un retorno a la circulación espontánea (RCE) en el 86% de los pacientes con SAESP, en comparación con solo un 50% en aquellos con verdadera AESP. Estos hallazgos resaltan la utilidad del ultrasonido para detectar SAESP y mejorar el pronóstico de los pacientes en paro cardiorrespiratorio.

Los hallazgos de este estudio revelaron que la prevalencia de retorno a la circulación espontánea (RCE) fue mayor en aquellos pacientes en los que se demostró la presencia de pseudo-actividad eléctrica sin pulso (SAESP), lo cual se atribuye a la continuidad de los esfuerzos durante la reanimación cardiopulmonar (RCP). Por el contrario, los pacientes en los que se evidenció una verdadera actividad eléctrica sin pulso (AESP) mostraron una menor prevalencia de RCE. Estos resultados destacan la utilidad del ultrasonido para obtener resultados positivos durante la RCP y mejorar el pronóstico en estos casos.

En los resultados obtenidos durante esta investigación encontramos que el ultrasonido es una herramienta útil durante la RCP, ya que nos ayuda a identificar la presencia de SAESP de la verdadera AESP, con una alta incidencia del 54.2% del total del paciente, al igual que en el estudio Gaspari R, Weekes A, Adhikari S et al en el 2018, donde se encontró una tasa alta de SAESP en aquellos pacientes con AESP donde se utilizó el ultrasonido, así mismo demostrando su utilidad y significancia, ya que se encontró una tasa significativa y relevante en los pacientes con SAESP y su retorno a la circulación espontánea en comparación con aquellos en una verdadera AESP, esto dado que en estos pacientes sé continuo con una RCP de calidad encontrando concordancia con el metaanálisis elaborado por Wu C, Zheng Z, Jiang L et al en el 2018 donde los

pacientes con SEASP alcanzaron la RCE en la verdadera 4,4 veces más que los pacientes con parada cardiaca y AESP verdadera.

Este estudio se vio limitado debido a que el equipo de ultrasonido en el área de urgencias del Hospital General de Puebla "Dr. Eduardo Vázquez N" solo funcionó adecuadamente para ser utilizado en la reanimación cardiopulmonar durante el período de enero a julio de 2022. Esto limitó el tiempo de estudio y la muestra examinada.

Basándonos en los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda llevar a cabo una investigación más amplia con una muestra poblacional mayor y utilizando un equipo de ultrasonido apropiado. Esto permitirá evaluar en posterior estudio el uso del ultrasonido y la detección de SAESP como un factor pronóstico en el retorno a la circulación espontánea y la supervivencia de pacientes, respaldado por la hipótesis de este estudio, y con la concordancia con investigaciones previas realizadas, esto para la toma de decisiones óptimas durante la reanimación cardiopulmonar en el servicio de urgencias del Hospital General de Puebla 'Dr. Eduardo Vázquez N'.

## **8. CONCLUSIÓN**

Este estudio se enfocó en evaluar la eficacia del ultrasonido durante la reanimación cardiopulmonar, específicamente en pacientes con actividad eléctrica sin pulso (AESP). Se comprobó que al emplear el ultrasonido durante las pausas para verificar el pulso manualmente en pacientes con AESP, más del 50% de ellos exhibían SAESP. Este fenómeno describe una contracción cardiaca organizada pero insuficiente para generar un pulso adecuado y un volumen sistólico óptimo. En estos casos, al mejorar la calidad de la RCP mediante la continuidad efectiva del procedimiento y la administración de

fármacos adrenérgicos, se registró una tasa de retorno a la circulación espontánea más alta en comparación con aquellos pacientes que presentaban AESP genuina y recibieron RCP de calidad.

Estos hallazgos indican el notable beneficio del ultrasonido durante la reanimación cardiopulmonar en el ámbito de urgencias del Hospital General de Puebla "Dr. Eduardo Vázquez N". Esto subraya la necesidad de llevar a cabo más investigaciones para una evaluación más precisa del pronóstico de la recuperación cardíaca espontánea y la supervivencia en pacientes con SAESP.

## REFERENCIAS

1.- Balderston J, You A, et al. Feasibility of focused cardiac ultrasound during cardiac arrest in the emergency department. *Cardiovasc Ultrasound* 2021; 19:19

2.- Chang W. Ultrasound-Assisted Resuscitation. *J Vis Exp* 2020 ; (164)

3.- Dr. Luis A. Sosa Acosta DCRCPCPP. In-hospital cardiorespiratory arrest: a current challenge. *CorSalud*. 2020 12(114-116).

4.- Lars W. Andersen MMPD, Mathias J. Holmberg M. In-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA*. 2019; 321(1200-1210).

5.- Katherine M. Berg Chair ALS JEBCBKCNCP. 2023 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, I. Resuscitation. 2023.

6.- Ryan Giorgetti GCLM. RESCUE transesophageal echocardiography for monitoring of mechanical chest compressions and guidance for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation cannulation in refractory cardiac arrest. *J Clin Ultrasound*. 2019;(1-4).

7.- Sanjiv M. Narayan aPJWJPD. New Concepts in Sudden Cardiac Arrest to Address an Intractable Epidemic. *JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY*. 2019; 73(70-88).

8.- Connie W. Tsao C, W. Aday A, Almarzooq Z. Heart Disease and Stroke Statistics—2023 A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2023; 147(93-621).

9.- A MdS, Braga AL A, Cruvinel de Souza V. Prevalence, Outcomes, and Risk Factors for Cardiorespiratory Arrest in the Intensive Care Unit: An Observational Study. *Indian J Crit Care Med.* 2022; 26(704-709).

10.- Sharabi AF, Singh. A. Cardiopulmonary Arrest in Adults. *National Institutes of Health.* 2023.

11.- Wyckoff MH GRMPea. 2022 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, I. *Circulation.* 2022

12.- Steven Garbin JE. Pediatric Cardiac Arrest and Resuscitation. *Emergency Medicine.* 2023; 41(465-484).

13.- Merchant RM TAPAEa. Adult Basic and Advanced Life Support, Pediatric Basic and Advanced Life Support, Neonatal Life Support, Resuscitation Education Science, and Systems of Care Writing Groups. Part 1: Executive Summary: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiop. *Circulation.* 2020; 142.

14.- Genbrugge C, Eertmans W, et al. Monitor the quality of cardiopulmonary resuscitation in 2020. *Curr Opin Crit Care* 2020; 26:219–227

15.- Taylor B, Joshi B, et al. Echocardiography does not prolong peri-shock pause in cardiopulmonary resuscitation using the COACH-RED protocol with non-expert sonographers in simulated cardiac arrest. *Resuscitation Plus* 2020; 4:100047.

16.- Felipe Teran. Focused Transesophageal Echocardiography During Cardiac Arrest Resuscitation: JACC Review Topic of the Week. *Journal of the American College of Cardiology.* 2020 76(745-754).

17.- François Javaudin J, Pes P, Mont E. Early point-of-care focused echocardiographic asystole as a predictive factor for absence of return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrests: a study protocol for a prospective, multicentre observational study. *BMJ Open*. 2019 9.

18.- Gottlieb M, Sundaram T, Olszynski P. Just the facts: point-of-care ultrasound in cardiac arrest. *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2022; 24(579-581).

19.- Romolo J. Gaspari TGSA. Ultrasound in Emergency Medicine. *The Journal of Emergency Medicine*. 2022; 62(648-656)

20.- Gottlieb M, Alerhand S. Routine Ultrasonography Use in Cardiopulmonary Resuscitation. *Annals of Emergency Medicine*. 2020; 75(514-515).

21.- Jacob J. Ultrasound performed by emergency doctors. *An. Sist. Sanit. Navar*. 2019; 42(371-372).

22.- Wong A, Vignon P, Robba C. How I use ultrasound in cardiac arrest. *Intensive Care Med* 2023

23.- Marquez A, Morgan R, et al. Physiology-directed cardiopulmonary resuscitation: advances in precision monitoring during cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care* 2018; 24(3):143-150

24.- Clattenburg E, Wroe P, et al. Point-of-care ultrasound use in patients with cardiac arrest is associated prolonged cardiopulmonary resuscitation pauses: A prospective cohort study. *Resuscitation* 2018; 122:65–68

25.- Teran F. Resuscitative Cardiopulmonary Ultrasound and Transesophageal Echocardiography in the Emergency Department. *Emerg Med Clin N Am* 2019; 37:409–430.

26.- Chenkin J, Atzema C. Contemporary Application of Point of-Care Echocardiography in the Emergency Department. Canadian Journal of Cardiology. 2018;34(2):109-116

27.- Wu C, Zheng Z, Jiang L, Gao Y, Xu J, Jin X, et al. The predictive value of bedside ultrasound in restoring spontaneous circulation in patients with pulseless electrical activity: a systematic review and meta-analysis. 2018;13(1):0191636.

28.- Oliver T, Usama Sadiq U, A. Gro S. Pulseless Electrical Activity. StatPearls. 2023.

29.- Daniel I. Ambinder KDPHK. Pulseless Electrical Activity as the Initial Cardiac Arrest Rhythm. Journal of the American Heart Association. 2021; 10.

30.- Koybye M, Stankovic N, G K. Pulseless electrical activity vs. asystole in adult in-hospital cardiac arrest: Predictors and outcomes. Resuscitation. 2021; 165(50-57).

31.- Harris A, Kudenchuk P. Cardiopulmonary resuscitation: the science behind the hands. Heart 2018; 104:1056–1061

32.- Dudek M, Szarpak L, Peacock FW, Gasecka A. Diagnostic performance of point-of-use ultrasound of resuscitation outcomes: A systematic review and meta-analysis of 3265 patients. Cardiol J. 2023;30(2):237-246.

33.- Lee L, DeCara J. Point-of-Care Ultrasound. Current Cardiology Reports 2020; 22:149

34.- Kedan I, Ciozda W, Palatinus JA, et al. Prognostic value of point-of-care ultrasound during cardiac arrest: a systematic review. Cardiovasc Ultrasound. 2020;1808;18(1):1

35.- Damjanovic D. The Acronym of Resuscitation Ultrasound: RCC – Resume Chest Compressions! Resuscitation 2018; 127: A1-A3

36.- Lanks C, Correa V, et al. Advantages of Cardiopulmonary Ultrasound in Post-Cardiopulmonary Resuscitation Tension Pneumothorax. J Ultrasound Med 2018; 37(4):819-822

37.- Gijtenbeek T, Lopez J, et al. POCUS series: ultrasound during cardiopulmonary resuscitation. NETH J CRIT CARE 2021; 29(4):170-175

38.- Zamarrón-López EI, Guerrero-Gutiérrez MA, Pérez NOR, et al. Point-Of-Care Ultrasound (POCUS) During Cardiopulmonary Resuscitation for Diagnosis of Reversible Causes of Cardiac Arrest Med Crit. 2022;36(5):312-317.

39.- Robba C, Poole D, Citerio G, Taccone FS, Rasulo FA Consensus on brain ultrasonography in critical care group. Brain ultrasonography consensus on skill recommendations and competence levels within the critical care setting. Neurocrit Care. 2020. 32(2):502–511.

40.- Hollon M, Gershon R, et al. A Case Report Describing the Use of Point of Care Ultrasound to Guide Successful Cardiopulmonary Resuscitation After Unanticipated Arrest in Ambulatory Surgery. A&A Pract 2019; 12(10):359-361

41.- Anđelić S, Pavlović A, et al. Application of ultrasound diagnostics in cardiopulmonary resuscitation. Srp Arh Celok Lek 2018; 146(5-6):323-329

42.- Yan S, Gan Y, Jiang N, Wang R, Chen Y, Luo Z, Zong Q, Chen S, Lv C. The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. Crit Care. 2020; 24:61.

42.- Blanco P, Martínez Buendía C. Point-of-care ultrasound in cardiopulmonary resuscitation: a concise review. Journal of Ultrasound. 2017; 20(3):193-198

43.- Breikreutz R, Price S, Steiger H, Seeger F, Ilper H, Ackermann H et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: A prospective trial. *Resuscitation*. 2010; 81(11):1527- 1533

44.- Wu C, Zheng Z, Jiang L et al. The predictive value of bedside ultrasound to restore spontaneous circulation in patients with pulseless electrical activity: a systematic review and metanalysis. 2018 13(1): e0191636.

45.- Clattenburga E, Wroea P, Brow S. Point-of-care ultrasound use in patients with cardiac arrest is associated prolonged cardiopulmonary resuscitation pauses: A prospective cohort study. *Resuscitation*. 2019; 122(65-68).

47.- Ávila-Reyes D, Acevedo-Cardona AO, Gómez-González JF, Echeverry-Piedrahita DR, Aguirre-Flórez M, Giraldo-Diaconeasa A Point-of- care ultrasound in cardiorespiratory arrest (POCUS-CA): narrative review article. *Ultrasound J* . 2021. 3(1):46

48.- Reynolds JC, Issa MS, Nicholson TC, Drennan IR, Berg KM, O'Neil BJ, Wellsford M Prognostication with point-of-care echocardiography during cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation*. 2020. 152:56–68

49.- Corradi F, Via G, Tavazzi G. What's new in ultrasound-based assessment of organ perfusion in the critically ill: expanding the bedside clinical monitoring window for hypoperfusion in shock. *Intensiv Care Med*. 2020. 46(4):775–779

50.- Mayo PH, Copetti R, Feller-Kopman D et al. Thoracic ultrasonography: a narrative review. *Intensiv Care Med*. 2019 45:1200–1211

## ANEXOS

### A. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACION PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro”.

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

Por medio del presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado:

**“Reanimación guiada por ultrasonido en paciente con paro cardiaco para diagnóstico de pseudo-actividad eléctrica sin pulso de la verdadera actividad eléctrica sin pulso y su utilidad”.**

El objetivo del estudio es:

Identificar la utilidad del ultrasonido en la Reanimación en paciente con paro cardiaco para diagnóstico de pseudo-actividad eléctrica sin pulso de la verdadera actividad eléctrica sin pulso y su utilidad el área de urgencias del Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro”, en el periodo Enero-Julio 2022.

Se me ha explicado la participación de mi familiar consistirá en la identificación de los resultados de la reanimación guiada por ultrasonido en el paciente en estado crítico en el área de urgencias del Hospital General del Sur.

Declaro que se me ha informado sobre los posibles riesgos, inconveniente, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio.

El tesista responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier pregunta y aclarar cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar

cualquier duda que se le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho a retirar a mi familiar del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el hospital.

El investigador responsable me ha dado la seguridad de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

Si fuera necesario para beneficio de los pacientes se les canalizará con un profesional de la salud para su atención de acuerdo al tipo de padecimiento o comorbilidad adicional a la reanimación con ultrasonido.

Nombre y firma del familiar responsable:

.....

Nombre, firma y matricula del investigador responsable:

.....

Testigos:

.....

.....

## Tabla 4. Recoleccion de datos

### B. Formatos de recolección de datos

Paciente en paro cardiaco: ..... ..... .....
Reanimación guiada por ultrasonido: ..... ..... .....
Edad: .....
Sexo: .....
Ritmo: .....
Movimiento cardiaco: .....
Retorno a circulación espontanea: ..... ..... .....

## C. Definición de variables

### **Edad:**

Años transcurridos desde el nacimiento.

### **Sexo:**

Identidad biológica de diferenciación en masculino y femenino.

### **Ritmo electrocardiográfico:**

sucesión de los latidos del corazón. En el electrocardiograma hablaríamos de la sucesión de los complejos QRS en el tiempo que dura el registro.

### **Actividad eléctrica sin pulso (AESP):**

Patrón electrocardiográfico con actividad eléctrica organizada sin un pulso palpable.

### **Pseudo-actividad eléctrica sin pulso (SAESP):**

Actividad eléctrica sincrónica con evidencia de cambios ecocardiográficos en las dimensiones ventriculares al momento de contraerse sin un pulso palpable.

### **Movimiento cardíaco por ultrasonido:**

Contracción de cavidades cardíacas, que generan un adecuado volumen sistólico para generar un latido cardíaco.

### **Retorno a la circulación cardíaca (RCE):**

Es la reaparición y mantenimiento de pulso arterial central palpable o de signos vitales en un paciente que estaba en PCR. De la rapidez con la que se consiga recuperar y mantener la circulación espontánea depende la evolución del paciente.