



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

FACULTAD DE MEDICINA

**Trabajo de titulación previo a la obtención de título de
Médico**

“Ultrasonografía de tórax a la cabecera del paciente como apoyo diagnóstico durante la atención de pacientes con paro cardiorrespiratorio.”

Autor: Roberth Alexander Valarezo Aguilera

Director: Juan Pablo Holguín-Carvajal, Md.

Cuenca, 15 noviembre de 2023.

Resumen

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos, constituyen la principal causa de defunción en todo el mundo. El objetivo del presente artículo es realizar una revisión minuciosa acerca de la utilidad de la ultrasonografía torácica a la cabecera del paciente durante los esfuerzos de reanimación en el paro cardiorrespiratorio. Se realizó una revisión sistemática guiada por PRISMA, con evidencia de los últimos quince años, de bases de datos como: Web of Science, Scopus, EMBASE, LILACS, Medline, SciELO y otros repositorios científicos que ofrezcan artículos sobre el uso de ultrasonografía de tórax durante el paro cardiorrespiratorio en inglés, español y portugués, donde se incluyeron 14 artículos que cumplieron los criterios de inclusión y de calidad. **Resultado:** La ultrasonografía de tórax se asocia con la supervivencia al ingreso hospitalario y también mostraron que para determinar el ROSC (retorno de la circulación espontánea) existe una sensibilidad entre el 90% y especificidad del 100%, y permite el diagnóstico de causas reversibles de paro cardíaco, las más comunes fueron el taponamiento cardíaco y embolia pulmonar. **Conclusiones:** Esta revisión dejó ver la relación entre el uso de ultrasonografía de tórax como predictor de ROSC y supervivencia al momento de ingreso y de alta en pacientes adultos con paro cardiorrespiratorio.

Palabras clave: ultrasonografía de tórax, paro cardiorrespiratorio, urgencias, ecografía torácica, POCUS.

Abstract

Cardiovascular diseases (CVD) are a group of disorders of the heart and blood vessels, they are the main cause of death worldwide. The objective of this article is to conduct a thorough review of the usefulness of bedside thoracic ultrasonography during resuscitation efforts in cardiopulmonary arrest. A systematic review guided by PRISMA was carried out, with evidence from the last fifteen years, from databases such as: Web of Science, Scopus, EMBASE, LILACS, Medline, SciELO and other scientific repositories that offer articles on the use of chest ultrasonography. during cardiorespiratory arrest in English, Spanish and Portuguese, where 14 articles that met the inclusion and quality criteria were included. **Results:** Chest ultrasonography is associated with survival upon hospital admission and also showed that to determine ROSC there is a sensitivity between 90% and specificity of 100%. and it allows the diagnosis of reversible causes of cardiac arrest, the most common were cardiac tamponade and pulmonary embolism. **Conclusions:** This review revealed the relationship between the use of chest ultrasonography as a predictor of ROSC (return of spontaneous circulation) and survival at the time of admission and discharge in adult patients with cardiorespiratory arrest.

Keywords: Chest ultrasonography, cardiorespiratory arrest, emergencies, thoracic ultrasound, POCUS.

Revised By:



Firmado electrónicamente por:
JUAN PABLO HOLGUÍN
CARVAJAL



Firmado electrónicamente por:
ROBERTH ALEXANDER
VALAREZO AGUILERA

Juan Pablo Holguín-Carvajal, Md.
Director del trabajo de titulación

Índice de contenidos

| | |
|---------------------------|----|
| Resumen | 1 |
| Abstract | 2 |
| Índice de contenidos..... | 3 |
| Índice de figuras | 4 |
| Índice de tablas..... | 5 |
| Introducción | 6 |
| Materiales y métodos..... | 11 |
| Resultados..... | 14 |
| Discusión:..... | 28 |
| Conclusiones | 30 |
| Dedicatoria | 31 |
| Agradecimientos | 31 |
| Bibliografía..... | 32 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ecografía cardíaca durante Soporte Vital Cardiovascular Avanzado (ACLS). | 8 |
| Figura 2. Diagrama de flujo Prisma para revisiones sistemáticas. | 13 |
| Figura 3. Principales países de origen de los artículos | 16 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1.Estrategia de búsqueda: bases de datos utilizadas y artículos primarios encontrados..... | 14 |
| Tabla 2.Caracterización de los artículos primarios sobre Ultrasonografía de tórax (n=14)..... | 15 |
| Tabla 3.Riesgo de sesgo de los artículos..... | 16 |
| Tabla 4.Ultrasonografía de tórax en circulación espontánea y supervivencia. . | 21 |
| Tabla 5.Distintas causas de paro cardiorrespiratorio identificadas mediante la ultrasonografía de tórax. | 27 |

Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1), las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de defunción en todo el mundo: más del 80% de las defunciones por esta causa se producen en países de ingresos bajos y medianos, se calcula que en 2015 murieron por esta causa 17,7 millones de personas, lo cual representa un 31% de todas las muertes registradas en el mundo, 80% de los infartos de miocardio y del accidente cerebro vascular (ACV) prematuros son prevenibles (2).

Estas enfermedades afectan a las personas en plena madurez, por lo que truncan el futuro de las familias que dependen de ellas y socavan el desarrollo de las naciones al privarlas de valiosos recursos humanos en sus años más productivos. Es por esto que, las prioridades estratégicas del Programa de la OMS incluyen las esferas de la prevención, el tratamiento y la vigilancia en todo el mundo de las enfermedades cardiovasculares, cuyo objetivo es la elaboración de estrategias mundiales para reducir la incidencia, la morbilidad y la mortalidad de estas enfermedades mediante el desarrollo de innovaciones de atención de la salud y el seguimiento de las tendencias de las enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo (3).

Por tales razones, se vuelven cada vez más necesarios estudios que aporten al diagnóstico y la respuesta rápida durante el paro cardiorrespiratorio para lograr una sobrevida aceptable, especialmente, considerando que la mayoría de las muertes por cardiorrespiratorio se producen en el ámbito prehospitalario. La “ultrasonografía en el punto de atención” ofrece numerosas ventajas clínicas al orientar el manejo del paciente al responder preguntas concretas del médico que se encuentra realizando la evaluación y como herramienta de apoyo para procedimientos invasivos, también presenta ventajas logísticas al evitar traslados innecesarios y exámenes más complejos (4).

Clínicamente un paro cardiorrespiratorio (PCR) se diagnostica por: pérdida de conocimiento, ausencia de pulsos palpables y apnea (5). Las guías internacionales recomiendan el uso de la ultrasonografía en el punto de atención,

es de gran ayuda en este contexto dependiente del tiempo, pudiendo identificar algunas de las causas tratables del paro cardio respiratorio y orientar el abordaje terapéutico (6,7).

Ultrasonografía

La Ultrasonografía se ha convertido en una de las herramientas diagnósticas y terapéuticas más útiles en nuestro tiempo, cuando deja de ser exclusivo de los radiólogos para ser utilizado por los departamentos de emergencias y unidades de cuidados intensivos, llegando al quirófano, donde actualmente es una herramienta para el cuidado perioperatorio, anestesia regional y accesos vasculares (1,8).

En los años 70 la ecocardiografía en la unidad de cuidados intensivos se limitaba a evaluar el volumen sistólico y el gasto cardíaco y rápidamente evolucionó entre los años 80 y 90 hacía la identificación de eventos agudos como taponamiento cardíaco, complicaciones del infarto miocárdico, valoraciones hemodinámicas en hipotensión, sepsis y detección de aneurismas aórticos rotos (9).

La ecografía en el punto de atención o a pie de cama (point-of-care ultrasonido, POCUS) ha demostrado ser una herramienta extremadamente útil en la práctica médica habitual y se utiliza cada vez más en todos los entornos de atención médica. El crecimiento exponencial del interés por esta tecnología de investigación se evidencia en el número de artículos científicos, que aumentó de 8 en 1990 a 754 en 2016. Hasta 2001, la mayoría de los artículos se referían al uso de este método en el asesoramiento a pacientes traumatizados. Desde 2004, los artículos sobre POCUS torácico y cardiovascular sirven como guía para procedimientos invasivos (2,10).

La ecografía mamaria se realiza mediante un transductor curvo de 2-5 MHz que permite la visualización de estructuras profundas a través de una pequeña ventana acústica utilizando los modos escala de grises y Doppler color. Elevar los brazos del paciente puede aumentar el espacio intercostal y facilitar el examen. La parte posterior del tórax se observa mejor con el paciente sentado,

mientras que las partes anterior y lateral del tórax se evalúan mejor mientras está acostado de lado. La pared torácica normal aparece como una capa ecogénica de tejido blando, y las costillas pueden verse debajo como una estructura curva con sombra acústica posterior. Utilizando sensores lineales de alta resolución, la pleura parietal y visceral se ven como dos líneas ecogénicas profundas hasta las costillas (3,9-11).

Figura 1. Ecografía cardíaca durante Soporte Vital Cardiovascular Avanzado (ACLS).



Fuente: Salen P, O'Connor R, Sierzenski P, et al. Can cardiac sonography and capnography be used independently and in combination to predict resuscitation outcomes? Acad Emerg Med. 2001; 8:610–5 (4).

El desarrollo de dispositivos portátiles, versátiles y económicos con buena resolución y calidad de imagen, así como la formación de los médicos en exámenes ecográficos, permiten que los exámenes ya no se realicen junto a la cama, sino en cualquier lugar. La atención se brinda independientemente de la distancia del consultorio médico (11,12). La anamnesis y el examen físico son los primeros métodos para comprender la patología del paciente, y aunque son esenciales, en muchos casos no son suficientes para sospechar los mecanismos fisiopatológicos que subyacen a la presentación clínica; Los hallazgos potencialmente relevantes pueden pasarse por alto en el estudio (11, 12).

El Consejo de Reanimación del Reino Unido ha diseñado un programa de

entrenamiento especializado en ecocardiografía durante la RCP (Focused Echo Evaluation in Life Support, FEEL) avalado por la Sociedad Británica de Ecocardiografía (13), mientras que, el FEEL es realizado por un operador que no participa en otras labores de reanimación y que debe utilizar el espacio de tiempo en que se chequea ritmo y pulso para efectuar el examen ultrasonográfico, sin demorar la resucitación cardiopulmonar, habitualmente se graba el ultrasonido para su interpretación posterior (4).

El FEEL (Ecocardiografía Dirigida a la Evaluación del Soporte Vital), se utiliza como apoyo en busca de causas de paro cardiorrespiratorio, en la rama de pacientes con ritmo de paro cardiorrespiratorio no desfibrilable, es decir, actividad eléctrica sin pulso o asistolia, se centra en el diagnóstico o en el descarte de taponamiento cardíaco, neumotórax a tensión, hipovolemia, tromboembolismo pulmonar, entre otros (5). En el momento del paro cardiorrespiratorio, es un reto distinguir clínicamente el taponamiento cardíaco, por lo que nuevamente la ultrasonografía de tórax es de suma utilidad (12).

Un estudio realizado por Zengin et al, (14) con el objetivo de analizar la evaluación ecográfica cardíaca rápida realizada por ecografistas capacitados integrados en el soporte vital cardíaco avanzado, encontró que el 63,7% (14) de los incidentes de parada, 4 eventos cardiopulmonares ocurrieron fuera del hospital, solo 13 pacientes tenían pulso femoral durante la evaluación inicial, mientras que 166 no mostraron pulso femoral. Además, se encontró que la monitorización inicial mostró un ritmo regular en 53 pacientes, fibrilación ventricular en 18 pacientes y ausencia de ritmos en 108 pacientes. La primera evaluación con ultrasonido detectó una frecuencia cardíaca efectiva en 26 pacientes y fibrilación ventricular en 14 pacientes, mientras que no se observó una frecuencia cardíaca efectiva en 139 pacientes. Además, la Ultrasonografía reveló taponamiento pericárdico en siete pacientes y agrandamiento del ventrículo derecho en cuatro casos.

Se detectó hipocinesia global en cuatro pacientes y se observó hipovolemia en otros cuatro pacientes. Por lo cual, el estudio determina que el uso de la Ultrasonografía en tiempo real durante la reanimación con verificación del pulso femoral en tiempo real puede ayudar a facilitar la distinción del paro, determinar la causa del paro, inferir un tratamiento adecuado y optimizar las decisiones de manejo médico con respecto a la terminación de la RCP (14).

Por su parte, el estudio de Mongodi et al, (15) presenta el caso de una mujer de 52 años que sufrió un paro cardíaco mientras estaba hospitalizada en una sala de hematología. La paciente estaba siendo sometida a pruebas para una trombocitosis grave recién detectada. Las enfermeras iniciaron compresiones inmediatamente, seguido de soporte vital cardíaco avanzado. El ultrasonido no estaba disponible en ese momento.

El regreso a la circulación espontánea se obtuvo después de 25 min y cinco dosis de epinefrina durante la reanimación. Después un ECG fue negativo para infarto de miocardio y la paciente fue trasladada a la UCI, intubada y hemodinámicamente estable sin apoyo farmacológico. Una vez ingresado en la UCI, mientras esperaba un análisis diagnóstico en profundidad, tuvo un segundo paro cardíaco. El estudio, concluye que se debe realizar una Ultrasonografía en el punto de atención sistemáticamente en paro cardíaco, presentando un impactante ritmo, cuando las posibles causas tratables deben ser investigadas. Aunque su impacto en el resultado de la paciente no está probado formalmente, la Ultrasonografía permite identificar cinco posibles causas tratables de paro cardíaco, guiando al médico en un contexto dependiente del tiempo.

El trabajo de Volpicelli (16) señala que el tratamiento del paro cardíaco no traumático en el entorno hospitalario depende del reconocimiento del ritmo cardíaco y el diagnóstico diferencial de la afección subyacente, mientras se mantiene un flujo sanguíneo oxigenado constante mediante ventilación y compresión torácica. El proceso de diagnóstico se basa solo en la historia del paciente, los hallazgos físicos y la electrocardiografía activa.

El ultrasonido no está programado actualmente en las pautas de reanimación. Sin embargo, el uso de la Ultrasonografía en tiempo real durante la reanimación tiene el potencial de mejorar la precisión del diagnóstico y permite al médico una mayor confianza para decidir procedimientos terapéuticos agresivos que salvan vidas. Un examen breve del corazón puede incluso detectar una parada cardíaca real independientemente de la actividad eléctrica que se muestre en el monitor, que es un indicador de pronóstico crucial. Además, la Ultrasonografía puede ser útil para verificar y controlar la colocación del tubo traqueal (17).

El Ultrasonido es una técnica que en el contexto de la pandemia por COVID-19 ha mostrado utilidad como modalidad complementaria de estudio imagenológico en la atención multidisciplinaria de los pacientes afectados por esta enfermedad,

especialmente de aquellos que manifiestan la variante más severa; no obstante, aún está pendiente la generación de evidencia médica de mayor calidad que cuantifique de manera razonable su aporte real en los distintos escenarios clínicos (18).

Entre alguna de las limitaciones, el estudio de Lindsay et al, (19) destaca que no tiene capacidad de sincronización con la electrocardiografía (EKG), tampoco tiene capacidad de uso para ecocardiografía transesofágica, y un bajo potencial de interrupción del apoyo continuo de cuidados críticos (p. ej., de las compresiones torácicas).

Con base en estos antecedentes, el objetivo de esta revisión es determinar cuál es la utilidad de la ultrasonografía de tórax a la cabecera del paciente con paro cardiorrespiratorio durante la reanimación cardiopulmonar.

Materiales y métodos

Tipo: Revisión sistemática de la literatura guiada por PRISMA (20).

La investigación propuesta estará sustentada en el análisis documental de literatura relacionada con la temática de estudio en el marco de las ciencias de la salud, constituyendo un fundamento basado en documentos, investigaciones, y reflexiones sobre conceptos ya existentes en torno a ultrasonografía, diagnóstico y paro cardiorrespiratorio.

Base(s) de datos consultada(s):

Al tratarse de una investigación bibliográfica, los objetivos específicos planteados se resolvieron a través del método de revisión documental PRISMA, con la cual se realizó una revisión sistemática de toda la literatura que ha emergido en los últimos quince años, se analizaron las siguientes bases de datos: Web of Science, Scopus, EMBASE, LILACS, Medline y SciELO que ofrezcan información sobre el uso de ultrasonografía en diagnóstico durante el Paro cardiorrespiratorio en inglés, español y portugués, en un período comprendido entre los años 2008 a 2023.

Idiomas de búsqueda:

Inglés, español y portugués.

Términos de búsqueda (“search strings”):

Imágenes ecográficas OR Imágenes por ultrasonido, AND Ultrasound Diagnosis OR Ultrasound Imaging OR Point of Care Ultrasound AND cardiorespiratory arrest OR Cardiac Arrest

Crterios de inclusión y exclusión:

Incluye límites de tiempo de publicación / realización, lugar de los estudios

Inclusión:

- Estudios primarios, estudios transversales, de cohorte, de casos y controles.
- Investigaciones publicadas entre los años 2008 a 2023.
- Artículos publicados sin restricción de idioma.

Exclusión:

- Series de casos, cartas al editor, resúmenes de congresos.

Recolección y procesamiento de la información:**Instrumentos a utilizar:**

- Se recurrió a la búsqueda de información en revistas indexadas publicadas en Internet.
- Se revisaron artículos de acceso gratuito y de pago.
- La búsqueda se realizará en bases de datos como: Web of Science, Scopus, EMBASE, LILACS, Medline y SciELO.
- Para el análisis de los estudios se utilizará el diagrama de flujo PRISMA.

Evaluar la calidad de los datos

Lectura crítica de los estudios seleccionados en busca de sesgo. Para realizar una valoración crítica de manera organizada, se usó la herramienta de la Colaboración Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo.

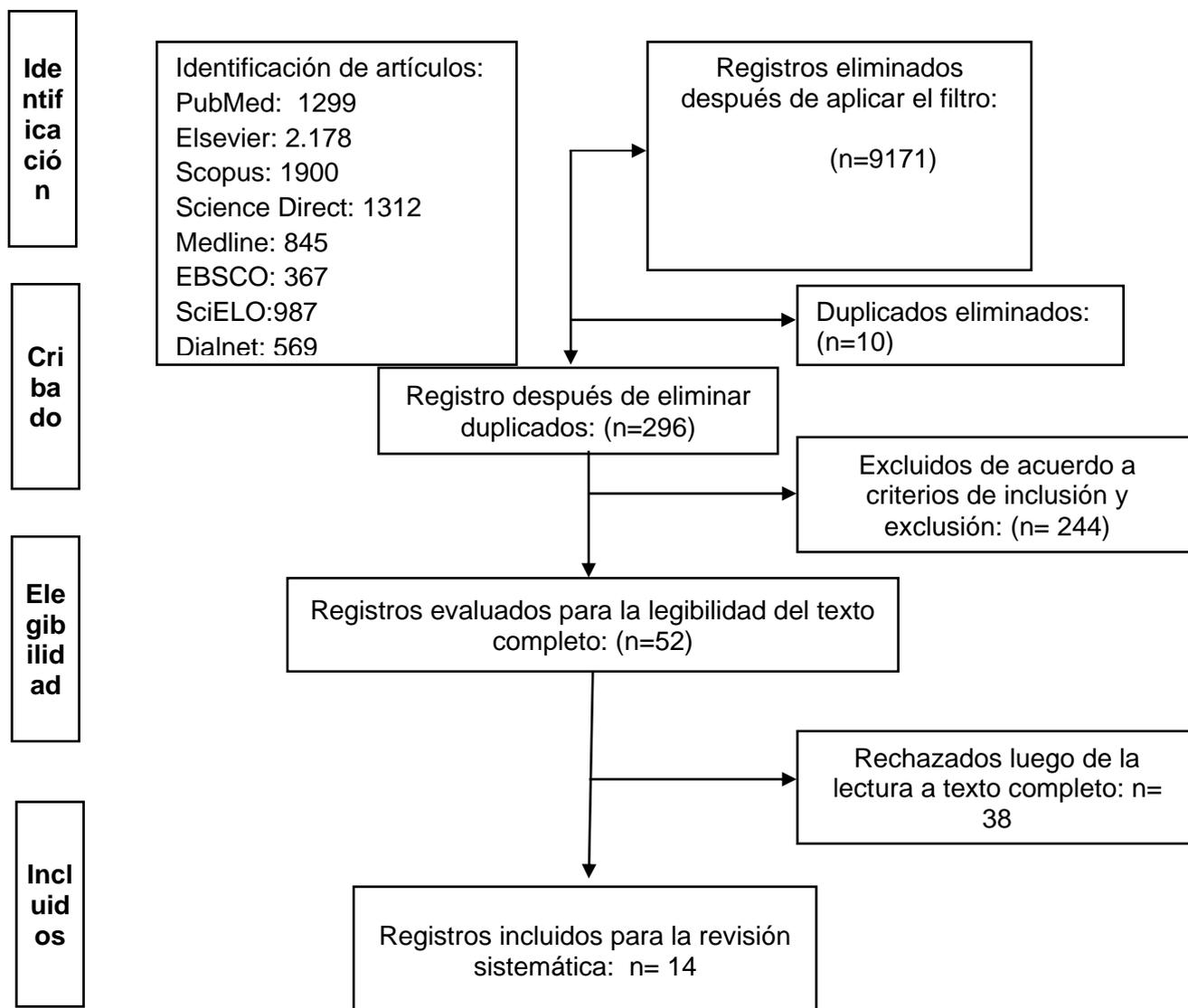


Figura 2. Diagrama de flujo Prisma para revisiones sistemáticas.

En la figura 2 se puede apreciar el diagrama de flujo usado para mostrar cómo se realizó la recopilación de la información y la búsqueda de artículos relacionada con Ultrasonografía de tórax, donde las palabras clave fueron Imágenes ecográficas OR Imágenes por ultrasonido, AND Ultrasound Diagnosis OR Ultrasound Imaging OR Point of Care Ultrasound AND cardiorespiratory arrest OR Cardiac Arrest.

Una vez realizada la búsqueda general PubMed: 1299, Elsevier: 2.178, Scopus:

1900, Sciencedirect: 1312, Medline: 845, EBSCO: 367, SciELO:987, Dialnet: 569; dando un total de 9457, a partir de esos se aplicó filtros tales como: texto completo gratis, últimos 5 años reportes del caso, estudio clínico, ensayo clínico, ensayo clínico controlado, ensayo controlado aleatorizado y español e inglés y portugués dando un resultado de 296 publicaciones elegibles , de estos excluyeron 244 por no cumplir con todos los requisitos quedando 14 publicaciones elegibles.

Resultados.

Tabla 1.Estrategia de búsqueda: bases de datos utilizadas y artículos primarios encontrados.

| Base de datos | No. de artículos encontrados | No. de artículos seleccionados |
|----------------|------------------------------|--------------------------------|
| PubMed | 1.299 | 3 (21,4%) |
| Elsevier | 2.178 | 2 (14,2%) |
| Scopus | 1.900 | 3 (21,4%) |
| Science direct | 1.312 | 2 (14,2%) |
| Medline | 845 | 1 (7,14%) |
| EBSCO | 367 | 0 (0) |
| SciELO | 987 | 2 (14,2%) |
| Dialnet | 569 | 1 (7,14%) |

Realizado por: el autor

La tabla No. 1 exhibe que la mayor parte de los artículos incluidos fueron de PubMed con el 21,4% seguidos por los publicados en Scopus con el 21,4%, los artículos que se incluyeron y se encontraron en la base de datos Elsevier y Science direct estaban en el 14,2% al igual que los de SciELO por último se incluyó el 7,14% de Dialnet.

Tabla 2. Caracterización de los artículos primarios sobre Ultrasonografía de tórax (n=14).

| Artículos en base a los objetivos específicos | No. de artículos | % |
|--|------------------|-------|
| ROSC | 8 | 57,14 |
| SIH | 6 | 42,85 |
| SAH | 3 | 21,42 |
| SN | 1 | 7,14 |
| CPC | 4 | 28,5 |
| Año de publicación | No. de artículos | % |
| 2009 | 1 | 7,14 |
| 2010 | 2 | 14,28 |
| 2012 | 1 | 7,14 |
| 2016 | 4 | 28,5 |
| 2017 | 3 | 21,42 |
| 2019 | 3 | 21,42 |
| ROSC = retorno de la circulación espontánea, SIH = supervivencia al ingreso hospitalario, SAH= supervivencia al alta hospitalaria; SN= supervivencia neurológicamente intacta al alta hospitalaria; CPC= Distintas causas de paro cardiorrespiratorio. | | |

Realizado por: el autor

En la tabla No 2 se puede apreciar que el 57,14% de artículos incluidos hacían referencia a ROCS, el 42,85% a SIH seguidos del 28,5% de CPC, 21,42% de SAH y el 7,14% SN; en los artículos se pudo observar que se estudiaban a los temas en conjunto y muy pocas veces se lo hacía de forma individual, fue muy común encontrar ROSC con distintos tipos de supervivencia en varios de ellos.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 6 | Han Bit Kim et al, 2016. | Muy buena | Mb | Mb | B | B | Mb | Mb | Mb | Mb | Mb | X |
| 7 | Beckett et al 2019. | Buena | B | B | Mb | Mb | Mb | Mb | Mb | Mb | NI | X |
| 8 | Paul y Panzer et al, 2019 | Muy buena | Mb | X |
| 9 | Atkinson et al, 2019 (16). | Muy buena | Mb | X |
| 10 | Ozen et al, 2016. | Buena | B | Mb | Mb | B | B | Mb | Mb | Mb | NI | X |
| 11 | Prosen et al, 2010. | Muy buena | B | Mb | Mb | Mb | Mb | Mb | Mb | NI | NI | X |
| 12 | Teng Chua et al, 2017. | Buena | B | Mb | Mb | Mb | Mb | Mb | B | NI | Mb | X |
| 13 | Po-Yang Tsou et al, 2017. | Muy buena | Mb | X |
| 14 | Breitkreutz et al, 2010. | Buena | Mb | Mb | Mb | Mb | R | Mb | Mb | NI | NI | X |
| <p>Validez interna: define si el diseño del estudio permite minimizar los sesgos y el efecto de confusión.</p> <p>Ítems: 1. Se indican los criterios de inclusión y de exclusión de participantes, así como las fuentes y los métodos de selección; 2. Los criterios de selección son adecuados para dar respuesta a la pregunta o el objetivo del estudio; 3. La población de estudio, definida por los criterios de selección, contiene un espectro adecuado de la población de interés; 4. Se hizo una estimación del tamaño, el nivel de confianza o la potencia estadística de la muestra para la estimación de las medidas de frecuencia o de asociación que pretendía obtener el estudio; 5. Se informa del número de personas potencialmente elegibles, las inicialmente seleccionadas, las que aceptan y las que finalmente participan o responden; 6. El análisis estadístico fue determinado desde el inicio del estudio; 7. Se especifican las pruebas estadísticas utilizadas y son adecuadas; 8. Se trataron correctamente las pérdidas de participantes, datos perdidos u otros; 9. Se tuvieron en cuenta los principales elementos de confusión posibles en el diseño y en el análisis. Valoración: MB: muy bueno; B: bueno; R: regular; NI: no informa.</p> | | | | | | | | | | | | |

Realizado por: el autor

La tabla No 3 muestra que los 14 artículos incluidos mostraron una validez interna calificada como muy buena, presentado un riesgo bajo según herramienta Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo.

Los artículos estudiados dejan ver que la supervivencia en actividad eléctrica sin pulso y asistolia, así como el retorno de la circulación depende de la correcta identificación y rápido tratamiento de las causas subyacentes y la morbimortalidad también depende de la duración y el tratamiento rápido de la causa, sin embargo, la diferenciación clínica entre choque hipovolémico, distributivo, cardiogénico u obstructivo no siempre puede realizarse

correctamente, pues el examen físico solo detecta el 57% de las anomalías cardíacas (20,21).

En la investigación de Breitzkreutz et al, 2010 (22), se obtuvieron imágenes de calidad diagnóstica en el 96% de los casos donde se usó ecografía de tórax, en el 35% de aquellos con un diagnóstico de asistolia en el ECG y en el 58% de aquellos con PEA, se detectó movimiento cardíaco coordinado y se asoció con una mayor supervivencia. La aplicación de la ecocardiografía torácica en la atención prehospitalaria es factible y mejora el diagnóstico y el manejo en un número significativo de pacientes. Mientras que en el trabajo de Hayhurst et al, 2009 (23), se obtuvieron resultados donde su uso resultó tener valor predictivo para el retorno de la circulación espontánea (ROSC).

Los resultados obtenidos por Bolvardi et al, 2016 (24), mostraron que con el uso de ecografía de tórax, se identificaron los casos que tuvieron actividad cinética positiva, 41 casos (83,7%) mostraron una respuesta exitosa a la reanimación y 8 casos (16,3%) no respondieron a los esfuerzos de reanimación. Por otro lado, de 110 casos en los que no se detectó actividad cardíaca en la ecografía, sólo 15 (13,6%) tuvieron una respuesta exitosa a la reanimación y en otros 95 casos (86,4%) los esfuerzos de reanimación no tuvieron éxito, la diferencia entre la respuesta exitosa y no exitosa a la reanimación fue estadísticamente significativa ($P = 0,001$).

Gernot Aichinger et al, 2012 (25), mostraron que el 11,9% pacientes sobrevivieron hasta el ingreso hospitalario y de los 32 pacientes que tuvieron parada cardíaca en la ecocardiografía de emergencia (EE) inicial, sólo uno (3,1%) sobrevivió hasta el ingreso hospitalario, mientras que cuatro de cada 10 (40%) pacientes con movimiento cardíaco en la EE inicial sobrevivieron hasta el ingreso hospitalario ($p = 0,008$). Ni la asistolia en el electrocardiograma inicial ni el valor máximo de capnografía, la edad, el RCP por parte de un transeúnte o el tiempo de inactividad fueron factores predictivos significativos de supervivencia; estos resultados apoyan la idea de la ecocardiografía focalizada como un criterio adicional en la evaluación del resultado en pacientes sometidos a RCP y demuestran su viabilidad en el ámbito prehospitalario.

El estudio de Gaspari et al, 2016 (26), se vio que la actividad cardíaca en la

ecografía fue la variable, más asociada con la supervivencia en todos los momentos. En el modelo de regresión multivariante, la actividad cardíaca se asoció con una mayor supervivencia hasta el ingreso hospitalario (OR 3,6, 2,2-5,9) y el alta hospitalaria (OR 5,7, 1,5-21,9). Ninguna actividad cardíaca en la ecografía se asoció con la disminución de supervivencia o muerte, pero el 0,6% (IC del 95%: 0,3-2,3) sobrevivió hasta el alta. La ecografía identificó hallazgos que respondieron a intervenciones no relacionadas con ACLS. Los pacientes con derrame pericárdico y pericardiocentesis demostraron tasas de supervivencia más altas (15,4%) en comparación con todos los demás (1,3%). Estos autores concluyeron que la actividad cardíaca ecográfica fue la variable más asociada con la supervivencia tras un paro cardíaco y que la ecografía durante un paro cardíaco identifica intervenciones fuera del algoritmo ACLS estándar.

Para Han Bit Kim et al, 2016 (27), la duración de la parada cardíaca ecocardiográfica en serie en los grupos ROSC y sin ROSC fue de $2,86 \pm 2,07$ min versus $20,30 \pm 8,42$ min, respectivamente ($p < 0,001$). La duración de la parada cardíaca ≥ 10 min se predijo sin ROSC con una sensibilidad del 90,0 %, una especificidad del 100 %, un valor predictivo positivo del 100 % y un valor predictivo negativo del 93,3 %. Se generó una curva característica operativa del receptor para determinar la precisión de la duración de la parada cardíaca ecocardiográfica en serie para predecir la ausencia de ROSC.

Así mismo, Beckett et al 2019, (24), determinaron que entre 6,3%-15,3% sobrevivieron hasta el ingreso y el 1,7%; 0,3%-5,0% sobrevivieron hasta el alta hospitalaria, también actuó como C predictor de fracaso para lograr el ROSC.

En la investigación realizada por N. Beckett et al, (28) se usó ultrasonografía de tórax y se determinó que el grupo positivo tuvo resultados iniciales significativamente mejores que el grupo negativo: ROSC: 78% (IC 95% 49-95%) vs 17% (11-25%); OR 17,70 (4,57-168,5; $p < 0,0001$) y SHA: 29% (8-58%) vs 7% (3-12%); OR 5,56 (1,45-21,28; $p = 0,022$), y luego los grupos combinados negativos e indeterminados: ROSC: 22% (16-29%), OR 12,93 (3,43-48,73; $p < 0,0001$; SHA: 8% (5- 13%); OR 4,51 (1,25-16,27; $p = 0,033$). No hubo diferencias entre el grupo positivo y el grupo negativo o combinado para el resultado final de SHD: 0% (0-23%) vs 1% (0 -5%); OR 1,83 (0,08-39,97; $p = 1,00$; y vs 1% (0-5%); OR 1,67 (0,08-33,96; $p = 1,00$). El grupo negativo tuvo peores resultados iniciales

que el grupo positivo combinado y grupos indeterminados: ROSC 17% (11-25%) vs 50% (36-64%) OR 0,21 (0,10-0,42; $p < 0,0001$), SHA 6% (3-12%) vs 8% (5 - 13%) OR 0,34 (0,13-0,92; $p = 0,0490$). No hubo diferencia en DHS: 1% (0-5%) vs. 1% (0-5%) OR 0,77 (0,07-8,71; $p = 1,00$); es decir que los resultados sugieren que, aunque encontrar actividad cardíaca positiva en el ECG (PEA) y también en PoCUS se asocia con un mayor ROSC y SHA, no identifica a los pacientes con un resultado final de SHD.

En el trabajo de Paul y Banzer (29), se sugieren que la actividad cardíaca positiva al usar PoCUS se asocia con ROSC temprano mejora la supervivencia al ingreso. Atkinson et al, 2019 (30), dejaron ver que de los pacientes que recibieron evaluación mediante PoCUS durante el manejo del paro cardíaco tenían muchas menos probabilidades de lograr ROSC (19,5%; 13,4-25,6), SHA (6,9%; 2,97-10,86%) y SHD (0,6%; -0,5-1,8%) en comparación con aquellos con actividad cardíaca. actividad en PoCUS (ROSC; 76,19%; 57,97-94,4%), SHA (33,3%; 13,2-53,5%), SHD (9,5%; -3-22,07%) y aquellos sin PoCUS (ROSC 39,5%; 24,9-54,1%; SHA 27,9%; 14,5-41,3%, y SHD 6,9%; -0,6-14,59), esto se puede interpretar en que los pacientes con paro cardíaco del departamento de emergencias con actividad cardíaca en PoCUS recibieron una reanimación más prolongada con tasas más altas de intervención en comparación con aquellos con resultados negativos o cuando no se realizó PoCUS. En el estudio que Ozen et al, 2016 (31), se evidenció que la presencia de (detectable ventricular Wall Motion) VWM es 95% (IC 95%: 0,95–0,99) sensible y 70% (IC 95%: 0,58–0,80) específica para ROSC. 43/77 (55,8%) pacientes con VWM y 1 (1,9%) de 52 pacientes sin VWM sobrevivieron hasta el ingreso hospitalario, lo cual fue estadísticamente significativo ($p < 0,001$). La presencia de VWM fue 100% (IC 95%: 0,87–1,00) sensible y 54% (IC 95%: 0,43–0,64) específica para la supervivencia hasta el ingreso hospitalario. Y ningún paciente sin movimiento detectable de la pared ventricular sobrevivió hasta el alta hospitalaria. Sólo 3 tuvieron RCE en el servicio de urgencias y sólo 1 sobrevivió hasta el ingreso hospitalario.

Prosen et al, 2010 (32), analizaron los posibles beneficios de supervivencia con el tratamiento modificado y uso de ecografía de tórax, mostrando que quince de

los 16 pacientes estudiados (94%) lograron la restauración de la circulación espontánea (ROSC); Ocho pacientes (50%) lograron un buen resultado neurológico (Categoría de rendimiento cerebral 1 - 2). En un grupo histórico de PEA con valores estables de capnografía PetCO₂ (n = 48), se logró un ROSC en 26 pacientes (54%); cuatro pacientes (8%) alcanzaron la Categoría de rendimiento cerebral 1 - 2. La verificación ecocardiográfica del estado pseudo-PEA permitió un tratamiento vasopresor adicional y el cese de las compresiones torácicas, y se asoció con tasas significativamente más altas de ROSC, supervivencia hasta el alta y buen resultado neurológico

Tabla 4. Ultrasonografía de tórax en circulación espontánea y supervivencia.

| Autor y año | Título | Evento | Valores P | Porcentaje | Sensibilidad y especificidad | Resultados primarios |
|--------------------------------|---|--------------------------------------|-----------|------------|------------------------------|---|
| Breitz et al, 2010. | Focus of echocardiographic evaluation in life support and pre-resuscitation of emergency patients : a prospective trial | Supervivencia ingreso | - | 78% | - | La aplicación de la ecografía de tórax en la atención prehospitalaria es factible y altera el diagnóstico de supervivencia. |
| C Hayhurst et al, 2009. | An evaluation of echo in life support (ELS): is it feasible? What | Retorno de la circulación espontánea | - | 55% | 97% - 99% | Se obtuvieron vistas adecuadas en 47 (94%) exploraciones y 45 (90%) se obtuvieron dentro de la verificación del ritmo de 10 97% para predecir el retorno de la circulación espontánea (ROSC). |

| | does it add? | | | | | |
|--------------------------------------|---|--|---|-------------------|----------|---|
| Bolvardi et al, 2016. | The Prognostic Value of Using Ultrasonography in Cardiac Resuscitation of Patients with Cardiac Arrest | Supervivencia al ingreso | - | 86,4 % | - | Por otro lado, de 110 casos en los que no se detectó actividad cardíaca en la ecografía, sólo 15 (13,6%) tuvieron una respuesta exitosa a la reanimación y en otros 95 casos (86,4 por ciento) los esfuerzos de reanimación no tuvieron éxito. La diferencia entre la respuesta exitosa y no exitosa a la reanimación fue estadísticamente significativa (P = 0,001). |
| Gernot Aichinger et al, 2012. | Cardiac movement identified on prehospital echocardiography predicts outcome in cardiac arrest patients | Supervivencia ingreso | - | 11,9% | - | Los resultados apoyan la idea de la ecocardiografía focalizada como un criterio adicional en la evaluación del resultado en pacientes sometidos a RCP y demuestran su viabilidad en el ámbito prehospitalario. |
| Gaspari et al, 2016. | Emergency department point-of-care ultrasound in out-of-hospital and in- | Supervivencia ingreso Supervivencia al alta Retorno a la | - | 14,4% 1,6% | 91%- 60% | La actividad cardíaca ecográfica fue la variable más asociada con la supervivencia tras un paro cardíaco. La ecografía durante un paro cardíaco identifica intervenciones fuera del algoritmo ACLS estándar. |

| | | | | | | |
|---|--|--|--------------|-----------------|----------|---|
| | ED cardiac arrest | circulac ión. | | | | |
| Han Bit Kim et al, 2016. | Can serial focusse d echocar diograp hic evaluati on in life support (FEEL) predict resuscit ation outcom e or termina tion of resuscit ation (TOR)? A pilot study | Retorn o a la circulac ión. | - | - | 90%-99% | En todos los pacientes con parada cardíaca ecocardiográfica seriada ≥ 10 min, ningún paciente tuvo RCE. Estos resultados mostraron un rendimiento convincente en las pruebas y una capacidad de discriminación para sujetos con y sin ROSC. Nuestro estudio es sugerente y merece más estudio. |
| Beckett et al 2019. | Do combin ed ultrasou nd and electroc ardiogr am- rhythm findings predict survival in emerg ency depart ment cardiac | Retorn o a la circulac ión, Supervi vencia al ingreso Supervi vencia al alta | $p < 0,0001$ | 10% 1,7% | 92%-100% | Sólo el 0,8% (0,0-4,7%) de los pacientes con ECG-asistolia y parada en PoCUS sobrevivieron hasta el alta hospitalaria. |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|----------|------------|------------|---|
| | arrest patients ? The Second Sonography in Hypotension and Cardiac Arrest in the Emergency Department (SHoC-ED2) study | | | | | |
| Paul y Panzer, et al, 2019 | Point-of-care Ultrasonid in Cardiac Arrest | Return o a la circulaci3n Supervivencia al ingreso | < 0,0001 | 22% 23% | 96% - 100% | La actividad cardíaca positiva al usar PoCUS se asocia con una temprano ROSC y mejora la supervivencia al ingreso |
| Atkinson et al, 2019. | Does Point-of-care Ultrasonid Use Impact Resuscitation Length, Rates of Intervention, and Clinical | Return o a la circulaci3n | - | 19,5% | 92%- 97% | Los pacientes con actividad cardíaca en PoCUS tuvieron mejores resultados clínicos en comparación con los pacientes que no recibieron PoCUS y los pacientes sin actividad en PoCUS. |

| | | | | | | |
|----------------------------|--|---|-------|-------|------------|--|
| | Outcomes During Cardiac Arrest? A Study from the Sonography in Hypotension and Cardiac Arrest in the Emergency Department (SHoC-ED) Investigators | | | | | |
| Ozen et al, 2016. | Assessment of ventricular wall motion with focused echocardiography | Return to a la circulación. Supervivencia al ingreso | 0,001 | 55,8% | - | Estos datos sugieren que ningún paciente sin VWM antes del inicio de la RCP sobrevivió hasta el alta hospitalaria y esto puede ser una indicación para finalizar los esfuerzos de reanimación tempranamente en estos pacientes. |
| Prosen et al, 2010. | Impact of modified treatment in echocardiographically confirmed | Return to a la circulación. Supervivencia neurológica. | - | 50% | 94% - 100% | La verificación ecocardiográfica del estado pseudo-PEA permitió un tratamiento vasopresor adicional y el cese de las compresiones torácicas, y se asoció con tasas significativamente más altas de ROSC, supervivencia hasta el alta |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| <p>pseudo - pulsele ss electric al activity in out- of- hospital cardiac arrest patients with constan t end- tidal carbon dioxide pressur e during compre ssion pauses</p> | | | | | <p>y buen resultado neurológico.</p> |
|--|--|--|--|--|--|

Fuente: estudios primarios incluidos

Realizado por: el autor.

Causas de paro cardiorrespiratorio y su detección mediante Ultrasonografía de tórax

El uso de la ecografía de tórax en el ámbito hospitalario (urgencias prioritarias y UCI) durante la reanimación cardiopulmonar (RCP) es una opción a considerar a la hora de diagnosticar causas reversibles de paro cardíaco en pacientes con ritmo no desfibrilable (ritmo eléctrico activo sin pulso) y paro cardíaco, tales como compresión cardíaca, embolia pulmonar, neumotórax a tensión y depleción de volumen, y distinguen el paro cardíaco verdadero de la fibrilación ventricular, que es incurable (19-20).

Con base en lo planteado anteriormente se puede citar el trabajo de Teng Chua et al (33), donde se determinó que el ritmo más frecuente a la llegada fue la

asistolia (45,2%), el 3,8% de los pacientes tenían hallazgos ecográficos sugestivos de embolia pulmonar masiva, mientras que 1 recibió trombolisis intravenosa y sobrevivió hasta el alta, de ellos: derrame pericárdico sin taponamiento se detectó en el 3,8% pacientes y el 5,8% de los pacientes tenían líquido libre intraabdominal, la ecografía mejora la detección de cualquier causa reversible puede alterar y mejorar la supervivencia en pacientes seleccionados.

En el estudio de Gaspari et al, 2016 (26) se observó que los pacientes con derrame pericárdico y pericardiocentesis demostraron tasas de supervivencia más altas (15,4%) en comparación con todos los demás (1,3%). El trabajo de Huis in 't Veld et al (34), la duración media de las comprobaciones del pulso con POCUS fue de 21,0 s (IC del 95 %, 18 a 24) en comparación con 13,0 s (IC del 95 %, 12 a 15) para aquellos sin POCUS. POCUS aumentó la duración de las comprobaciones del pulso y la interrupción de la RCP en 8,4 s (IC del 95 %, 6,7–10,0 p < 0,0001). La edad, el índice de masa corporal (IMC) y los procedimientos no afectaron significativamente la duración de las comprobaciones del pulso. El POCUS se utilizó para identificar causas potencialmente reversibles de paro cardíaco como taponamiento cardíaco, embolia pulmonar.

En el trabajo d Po-Yang Tsou et al, 2017 (35), la ecografía se utilizó principalmente para detectar movimientos cardíacos espontáneos (SCM) e identificar causas reversibles de paro cardíaco, donde se utilizaron vistas subcostales, apicales y paraesternales para identificar taponamiento cardíaco, embolia pulmonar y vistas pleurales para neumotórax a tensión.

Tabla 5. Distintas causas de paro cardiorrespiratorio identificadas mediante la ultrasonografía de tórax.

| Autor y año | Título | Causas de paro respiratorio diagnosticadas mediante ultrasonografía |
|------------------------|--|---|
| Teng Chua et al, 2017. | Reversible Causes in Cardiovascular Collapse at the Emergency Department Using Ultrasonography (REVIVE-US) | Embolia pulmonar Trombosis Líquido libre. |
| Gaspari et al, 2016. | Emergency department point-of-care ultrasound in out-of-hospital and in-ED cardiac arrest | Derrame pericárdico y pericardiocentesis |

| | | |
|-------------------------------------|---|--|
| Huis in 't Veld et al, 2017. | Ultrasound use during cardiopulmonary resuscitation is associated with delays in chest compressions | Taponamiento cardiaco Embolia pulmonar |
| Po-Yang Tsou et al, 2017. | Accuracy of point-of-care focused echocardiography in predicting outcome of resuscitation in cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis | Taponamiento cardiaco Embolia pulmonar Neumotórax. |

Fuente: artículos consultados

Realizado por: el autor.

Discusión:

El objetivo de este estudio fue determinar la utilidad de la ecografía de tórax a pie de cama en pacientes con paro cardíaco durante la reanimación cardiopulmonar, ya que muchos estudios han demostrado el valor de la ecografía de tórax en la evaluación de pacientes críticamente enfermos. y departamentos de emergencia, incluido el uso reciente de ecocardiografía enfocada, que se puede realizar en el momento de la verificación del pulso utilizando algoritmos de soporte vital avanzado durante un paro cardiopulmonar. Este protocolo puede enseñar a los médicos cómo realizar una RCP de alta calidad diagnosticando o descartando algunas posibles causas de paro cardíaco (36).

Los resultados primarios de los artículos donde se indago, sobre el fracaso del retorno de la circulación espontánea, supervivencia al ingreso hospitalario, supervivencia al alta hospitalaria, complicaciones y supervivencia neurológicamente intacta al alta hospitalaria, mostraron que para ROSC existe una sensibilidad entre el 90% y especificidad del 100%, pues la presencia de actividad cardíaca transmite un moderado aumento en el índice de probabilidad positivo de ROSC y aumento probabilidades de supervivencia general. Dos revisiones sistemáticas y meta análisis, De lorenzo et al (37). y Micah R. Whitson et al (38), demostraron sensibilidades agrupadas más altas del 91,6% y 95%, respectivamente, para ROSC.

La heterogeneidad de las poblaciones incluidas en los estudios, así como de los protocolos utilizados podrían explicar la mayor las variaciones en la sensibilidad y especificidad de esta prueba en los diversos estudios citados. En el estudio de Gaspari et al (27) los autores informaron una sensibilidad del 91% para ROSC en pacientes que presentan asistolia pero una baja sensibilidad del 60% en

pacientes que presentan paro cardíaco, así como una mayor supervivencia; se cita estudio al ser más grande realizado hasta la fecha, en otro meta análisis posterior realizado por Aspler et al (39) se encontró mayor porcentaje de supervivencia asociada al uso de POCUS en pacientes en parada y un valor predictivo positivo para ROSC.

Este estudio muestra una revisión actualizada del uso de ecografía de tórax en como predictor de ROSC y supervivencia al momento de ingreso y de alta en pacientes adultos con paro cardiorrespiratorio.

En esta investigación al diferenciar las distintas causas de paro cardiorrespiratorio que pueden ser identificadas mediante la ultrasonografía a la cabecera del paciente durante la reanimación cardiopulmonar se ha visto que en la reanimación cardiopulmonar el uso de Ultrasonografía de tórax permite el diagnóstico de causas reversibles de paro cardíaco las más comunes fueron el taponamiento cardíaco y embolia pulmonar.

Esto puede explicarse con el estudio de Clattenburg et al (40), donde muestran que tratamiento de los pacientes con paro cardíaco con la ayuda de ecografía de tórax ayuda a conocer la causa subyacente, en su estudio se detectaron 78% de embolias y 56% de taponamientos cardíacos mediante el uso de la ecografía en el lugar de atención (POCUS) en la (Cardiac Arrest) CA, y muchos médicos de emergencia (EP) emplean POCUS para evaluar también las causas reversibles.

En el trabajo de Agarad et al, (41) se pudo conocer que el paro cardíaco fue causado por una embolia pulmonar en comparación con la hipoxia y la arritmia primaria, donde el ventrículo derecho estaba dilatado, gracias a la ecografía de tórax realizada durante la reanimación cardiopulmonar.

En este sentido el trabajo de Zengin et al, (14) mostró que la ultrasonografía ayudó a revelar taponamiento pericárdico en siete pacientes y agrandamiento del ventrículo derecho en cuatro casos, detectó hipocinesia global en cuatro pacientes y se observó hipovolemia en otros cuatro pacientes. Por lo cual, el estudio determina que el uso de la Ultrasonografía en tiempo real durante la reanimación con verificación del pulso femoral en tiempo real puede ayudar a facilitar la distinción del paro, determinar la causa del paro, inferir un tratamiento adecuado y optimizar las decisiones de manejo médico con respecto a la

terminación de la RCP (14).

Volpicelli (16) señala que el tratamiento del paro cardíaco no traumático en el entorno hospitalario depende del reconocimiento del ritmo cardíaco y el diagnóstico diferencial de la afección subyacente, mientras se mantiene un flujo sanguíneo oxigenado constante mediante ventilación y compresión torácica. El proceso de diagnóstico se basa solo en la historia del paciente, los hallazgos físicos y la electrocardiografía activa. El ultrasonido no está programado actualmente en las pautas de reanimación. Sin embargo, el uso de la Ultrasonografía en tiempo real durante la reanimación tiene el potencial de mejorar la precisión del diagnóstico y permite al médico una mayor confianza para decidir procedimientos terapéuticos agresivos que salvan vidas.

Artículos adicionales sugieren que la ecografía de tórax bien puede predecir el ROSC, mejorar la supervivencia y ayudar a determinar la causa del paro cardiopulmonar, pero persisten barreras importantes para su uso, posiblemente debido a una falta de comprensión de la base de evidencia. técnicas de imagen, los médicos dependen únicamente de exámenes clínicos tradicionales, carecen de personal capacitado para utilizarlos y carecen del equipo para hacer frente a estas emergencias (42, 43).

Conclusiones

Los resultados primarios de los artículos de esta revisión sugieren que el uso de ultrasonografía de tórax se asocia con la supervivencia al ingreso hospitalario y también mostraron que para determinar el ROSC existe una sensibilidad entre el 90% y especificidad del 100%.

En esta investigación se pudo determinar también que al diferenciar las distintas causas de paro cardiorrespiratorio que pueden ser identificadas mediante la ultrasonografía a la cabecera del paciente durante la reanimación cardiopulmonar, se ha visto que permite el diagnóstico de causas reversibles de paro cardíaco las más comunes fueron el taponamiento cardíaco y embolia pulmonar.

Dedicatoria

A mi madre que estuvo entregada a brindarme su total apoyo con sus enseñanzas y valores que me han ayudado a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi futura esposa y madre de mi hija quién llegó a formar parte vital en las últimas etapas de formación.

A mi hija Alana, mi mayor fortaleza y motivación para nunca rendirme y ser un ejemplo para ella.

Agradecimientos

El presente trabajo de grado es gracias al esfuerzo, directo e indirecto de las personas que participaron ya sea leyendo, opinando y corrigiendo, agradezco su paciencia durante todo su proceso los que estuvieron prestos a brindar su apoyo y ánimos en los momentos de crisis.

Un agradecimiento al Dr. Juan Pablo Holguín quien estuvo de inicio a fin durante la elaboración de este trabajo de grado, con su comentarios y correcciones atinadas además por la confianza brindada por la dirección de este trabajo.

Un agradecimiento especial a mi familia por sobre todo a mi madre Jackeline Aguilera quien jamás dejó de alentarme y estar ahí junto a mí, brindando su apoyo incondicional en cada paso, llenándome de confianza para alcanzar metas y objetivos propuestos.

Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud. Prevención y control de las enfermedades cardiovasculares. [Online]; 2020. Disponible en: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/es/.
2. Organización Mundial de la Salud . Prioridades estratégicas del Programa de la OMS sobre enfermedades cardiovasculares. [Online]; 2020. Disponible en: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/priorities/es/.
3. Salen P, O'Connor R, Sierzenski P, Passarello B, Pancu D, Melanson S, et al. Can cardiac sonography and capnography be used independently and in combination to predict resuscitation outcomes? *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. junio de 2001;8(6):610-5.
4. Toro GDO, Peralta ERB. La Utilidad del ultrasonido en el paro cardiorrespiratorio: a propósito de un caso: Ultrasonido en el paro cardio-respiratorio. *Univ Medica* [Internet]. 1 de julio de 2021 [citado 21 de octubre de 2023];62(3). Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/vnimedica/article/view/32475>
5. Mojica A, Infante M. Causas reversibles de PCR y actuación enfermera. *Revista Electrónica de Portales Medico*. 2017.
6. Maisch B, Seferovic P, Ristic A, Erbel R, Rienmüller R, Adler Y. Guidelines on the diagnosis and management of pericardial disease executive summary; the Task Force on the Diagnosis and Management of Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2004;; p. 587-610.
7. Pérez-Coronado JD, Franco-Gruntorad GA. Utilidad de la ecografía en reanimación. *Rev Colomb Anestesiol*. 1 de octubre de 2015;43(4):321-30.
8. Chan KK, Joo DA, McRae AD, Takwoingi Y, Premji ZA, Lang E, et al. Chest ultrasonography versus supine chest radiography for diagnosis of pneumothorax in trauma patients in the emergency department. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2020 [citado 21 de octubre de 2023];(7). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/es/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD013031.pub2/full/es>

9. Comunicación Presentaciones electrónicas educativas: Tórax | Revista Española de Cardiología [Internet]. [citado 21 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es-congresos-sec-2012-el-1-sesion-presentaciones-electronicas-educativas-torax-1004-ecografia-toracica-mas-alla-del-10779>.
10. Wong MKY, Olszynski P, Cheung WJ, Pageau P, Lewis D, Kwan C, et al. Position statement: minimum archiving requirements for emergency medicine point-of-care ultrasound-a modified Delphi-derived national consensus. *Can J Emerg Med*. 2021;23:450–4.
11. Bellamkonda VR, Shokoohi H, Alsaawi A, Ding R, Campbell RL, Liu YT, et al. Ultrasound credentialing in North American emergency department systems with ultrasound fellowships: a cross-sectional survey. *Emerg Med J*. 2015;32(10):804–8.
12. Prager R, Wu K, Bachar R, Unni RR, Bowdridge J, McGrath TA, et al. Blinding practices during acute point-of-care ultrasound research: the BLIND-US meta-research study. *BMJ Evid-Based Med*. 1 de junio de 2021;26(3):110-1.
13. Elguea P, García A, Navarro C, Martínez J, Ruiz M, Esponda J. Reanimación cardiopulmonar: manejo de las H y las T. *Med Crit*. 2017; 31(2): p. 93-100.
14. Zengin S, Yavuz E, Al B, Cindoruk S, Altunbas G, Gümüşboğa H, et al. Benefits of cardiac sonography performed by a non-exert sonographer in patients with non-traumatic cardiopulmonary arrest. *Resuscitation*. 2016; 101: p. 105-109. 7.
15. Mongodi S, Luperto M, Roldi E, Orlando A, Iotti G, Mojoli F. Ultrasound Diagnosis of Cardiac Arrest in a Patient With Hematologic Disease. *CHEST*. 2019; 155(1): p. 9-12.
16. Volpicelli G. Usefulness of emergency ultrasound in nontraumatic cardiac arrest. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2011; 29(2): p. 216-223
17. Liao SF, Chen PJ, Chaou CH, Lee CH. Top-cited publications on point-of-care ultrasound: The evolution of research trends. *Am J Emerg Med*. 1 de agosto de 2018;36(8):1429-38.
18. Reynolds JC, Nicholson T, O'Neil B, Drennan IR, Issa M, Welsford M. Diagnostic test accuracy of point-of-care ultrasound during cardiopulmonary

resuscitation to indicate the etiology of cardiac arrest: A systematic review. *Resuscitation*. 1 de marzo de 2022;172:54-63.

19. Lindsay P, Gibson L, Bittner E, Chang M. Ecografía portátil en el punto de atención (PPOCUS): una tecnología emergente para mejorar la seguridad del paciente. *Anesthesia Patient Safety Foundation*. 2019; 2(1).

20. Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am*. febrero de 2010;28(1):29-56, vii.

21. Arntfield RT, Millington SJ. Point of care cardiac ultrasound applications in the emergency department and intensive care unit--a review. *Curr Cardiol Rev*. mayo de 2012;8(2):98-108.

22. Breikreutz R, Price S, Steiger HV, Seeger FH, Ilper H, Ackermann H, et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. *Resuscitation*. noviembre de 2010;81(11):1527-33.

23. Hayhurst C, Lebus C, Atkinson PR, Kendall R, Madan R, Talbot J, et al. An evaluation of echo in life support (ELS): is it feasible? What does it add? *Emerg Med J EMJ*. febrero de 2011;28(2):119-21.

24. Bolvardi E, Pouryaghobi SM, Farzane R, Chokan NMJ, Ahmadi K, Reihani H. The Prognostic Value of Using Ultrasonography in Cardiac Resuscitation of Patients with Cardiac Arrest. *Int J Biomed Sci IJBS*. septiembre de 2016;12(3):110-4.

25. Aichinger G, Zechner PM, Prause G, Sacherer F, Wildner G, Anderson CL, et al. Cardiac movement identified on prehospital echocardiography predicts outcome in cardiac arrest patients. *Prehosp Emerg Care*. 2012;16(2):251-5.

26. Gaspari R, Weekes A, Adhikari S, Noble VE, Nomura JT, Theodoro D, et al. Emergency department point-of-care ultrasound in out-of-hospital and in-ED cardiac arrest. *Resuscitation*. diciembre de 2016;109:33-9.

27. Kim HB, Suh JY, Choi JH, Cho YS. Can serial focussed echocardiographic evaluation in life support (FEEL) predict resuscitation outcome or termination of resuscitation (TOR)? A pilot study. *Resuscitation*. 1 de abril de 2016;101:21-6.

28. Beckett N, Atkinson P, Fraser J, Banerjee A, French J, Talbot JA, et al. Do combined ultrasound and electrocardiogram-rhythm findings predict survival in emergency department cardiac arrest patients? The Second

- Sonography in Hypotension and Cardiac Arrest in the Emergency Department (SHoC-ED2) study. *CJEM*. noviembre de 2019;21(6):739-43.
29. Paul JA, Panzer OPF. Point-of-care Ultrasound in Cardiac Arrest. *Anesthesiology*. 1 de septiembre de 2021;135(3):508-19.
30. Atkinson PR, Beckett N, French J, Banerjee A, Fraser J, Lewis D.. LO040: Do combined electrocardiogram rhythm and point of care ultrasound findings predict outcome during cardiac arrest? The second Sonography in Hypotension and Cardiac Arrest in the Emergency Department (SHOC-ED 2) Study. *Can J Emerg Med*. mayo de 2019;18(S1):S43-4.
31. Ozen C, Salcin E, Akoglu H, Onur O, Denizbasi A. Assessment of ventricular wall motion with focused echocardiography during cardiac arrest to predict survival. *Turk J Emerg Med*. 25 de marzo de 2016;16(1):12-6.
32. Prosen G, Križmarić M, Završnik J, Grmec S. Impact of modified treatment in echocardiographically confirmed pseudo-pulseless electrical activity in out-of-hospital cardiac arrest patients with constant end-tidal carbon dioxide pressure during compression pauses. *J Int Med Res*. 2010;38(4):1458-67.
33. Chua MT, Chan GW, Kuan WS. Reversible Causes in Cardiovascular Collapse at the Emergency Department Using Ultrasonography (REVIVE-US). *Ann Acad Med Singapore*. agosto de 2017;46(8):310-6.
34. Huis in 't Veld MA, Allison MG, Bostick DS, Fisher KR, Goloubeva OG, Witting MD, et al. Ultrasound use during cardiopulmonary resuscitation is associated with delays in chest compressions. *Resuscitation*. 1 de octubre de 2017;119:95-8.
35. Tsou PY, Kurbedin J, Chen YS, Chou EH, Lee M tse G, Lee MCH, et al. Accuracy of point-of-care focused echocardiography in predicting outcome of resuscitation in cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 1 de mayo de 2017;114:92-9.
36. Price S, Uddin S, Quinn T. Echocardiography in cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care*. junio de 2010;16(3):211-5.
37. De Lorenzo et al. Point-of-care ultrasound use in the pre-hospital setting | *Journal Of Paramedic Practice* [Internet]. [citado 21 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.paramedicpractice.com/features/article/point-of-care-ultrasound-use-in-the-pre-hospital-setting>
38. Whitson MR, Mayo PH. Ultrasonography in the emergency department. *Crit Care*. 15 de agosto de 2016;20(1):227.
39. Aspler A, Wu A, Chiu S, Mohindra R, Hannam P. Towards quality

assurance: implementation of a POCUS image archiving system in a high-volume community emergency department. *Can J Emerg Med*. 1 de marzo de 2022;24(2):219-23.

40. Clattenburg EJ, Wroe PC, Gardner K, Schultz C, Gelber J, Singh A, et al. Implementation of the Cardiac Arrest Sonographic Assessment (CASA) protocol for patients with cardiac arrest is associated with shorter CPR pulse checks. *Resuscitation*. 1 de octubre de 2018;131:69-73.

41. Aagaard R, Caap P, Hansson NC, Bøtker MT, Granfeldt A, Løfgren B. Detection of Pulmonary Embolism During Cardiac Arrest—Ultrasonographic Findings Should Be Interpreted With Caution*. *Crit Care Med*. 1 de julio de 2017;45(7):e695-702.

42. Smallwood N, Dachsel M. Point-of-care ultrasound (POCUS): unnecessary gadgetry or evidence-based medicine? *Clin Med*. junio de 2018;18(3):219-24.

43. Baribeau Y, Sharkey A, Chaudhary O, Krumm S, Fatima H, Mahmood F, et al. Handheld Point-of-Care Ultrasound Probes: The New Generation of POCUS. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1 de noviembre de 2020;34(11):3139-45.