

# Utilidad de la capnografía en reanimación cardiopulmonar extrahospitalaria asociada a un desfibrilador

Usefulness of capnography  
in out-of-hospital cardiopulmonary  
resuscitation associated with  
a defibrillator

**INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN**  
INFORMES DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS SANITARIAS



MINISTERIO  
DE SANIDAD



RED ESPAÑOLA DE AGENCIAS DE EVALUACIÓN  
DE TECNOLOGÍAS Y PRESTACIONES DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD



Comunidad  
de Madrid



# Utilidad de la capnografía en reanimación cardiopulmonar extrahospitalaria asociada a un desfibrilador

Usefulness of capnography  
in out-of-hospital cardiopulmonary  
resuscitation associated with  
a defibrillator

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN

INFORMES DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS SANITARIAS



MINISTERIO  
DE SANIDAD



RED ESPAÑOLA DE AGENCIAS DE EVALUACIÓN  
DE TECNOLOGÍAS Y PRESTACIONES DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD



Comunidad  
de Madrid

Utilidad de la capnografía en reanimación cardiopulmonar extrahospitalaria asociada a un desfibrilador. Madrid. Ministerio de Sanidad. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Comunidad de Madrid.

1 archivo pdf; — (Informes, Estudios e Investigación) Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Serie: Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

NIPO: En tramitación (Ministerio de Sanidad)

Palabras clave: capnografía, parada cardiorespiratoria, RCP, desfibrilador, extrahospitalaria

Dirección Técnica: Paloma Arriola Bolado.

Autoría: Pilar Loeches Belinchón, Luis Díaz Díez-Picazo, María Cervera Cano, Francisco Rodríguez Salvanés, Blanca Novella Arribas.

Coordinación y gestión del proyecto: Pilar Loeches Belinchón, Blanca Novella Arribas. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Comunidad de Madrid.

Apoyo y gestión documental: Olga Reillo Sánchez.

Este documento ha sido realizado por la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Madrid (JETS-Madrid) en el marco de la financiación del Ministerio de Sanidad para el desarrollo de las actividades del Plan anual de Trabajo de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del SNS para 2020.

Para citar este informe: Loeches Belinchón P, Díaz Díez-Picazo L, Cervera Cano M, Rodríguez Salvanés F, Novella Arribas B. Utilidad de la capnografía en PCR extrahospitalaria asociada a un desfibrilador. Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías y Prestaciones del SNS. Unidad Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Madrid; 2021. Informes de evaluación de tecnologías sanitarias.

Este documento puede ser reproducido parcial o totalmente para uso no comercial, siempre que se cite explícitamente su procedencia.

Fecha de edición: 2023

Edita: Ministerio de Sanidad

Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Comunidad de Madrid.

Dirección General del Proceso Integrado de Salud

NIPO: 133-22-169-2



Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la **Comunidad de Madrid** y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



[comunidad.madrid/publicamadrid](http://comunidad.madrid/publicamadrid)

# Declaración de intereses

Los autores declaran que no tienen intereses que puedan competir con el interés primario y los objetivos de este informe e influir en su juicio profesional al respecto.

# Siglas y acrónimos

<b>AMSA</b>	Área de espectro de amplitud de la forma de onda de la fibrilación ventricular.
<b>AUC</b>	Área bajo la curva.
<b>BAV</b>	Bloqueo auriculo-ventricular.
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono.
<b>DEA</b>	Desfibrilador externo automático.
<b>ECA</b>	Ensayo clínico aleatorio.
<b>ECG</b>	Electrocardiograma.
<b>EtCO<sub>2</sub></b>	Concentración de CO <sub>2</sub> espiratorio final.
<b>FV</b>	Fibrilación ventricular.
<b>GPC</b>	Guía de Práctica Clínica.
<b>IAM</b>	Infarto agudo de miocardio.
<b>IQR</b>	Rango intercuartílico.
<b>METCO<sub>2</sub></b>	Mediana de EtCO <sub>2</sub> en el minuto previo a la descarga.
<b>PCR</b>	Parada cardiorrespiratoria.
<b>RCE</b>	Recuperación de la circulación espontánea.
<b>RCP</b>	Reanimación cardiopulmonar.
<b>RS</b>	Revisión sistemática.
<b>TET</b>	Tubo endotraqueal.
<b>TVSP</b>	Taquicardia ventricular sin pulso.

# Índice

<b>Declaración de intereses</b> .....	5
<b>Siglas y acrónimos</b> .....	6
<b>Participantes</b> .....	10
Equipo colaborador .....	10
Revisión externa .....	10
<b>Puntos clave</b> .....	11
<b>1. Datos generales</b> .....	15
1.1. Nombre de la tecnología .....	15
1.2. Compañía comercial o elaboradora del producto .....	15
1.3. Breve descripción de la tecnología .....	16
1.4. Descripción del problema de salud al que se aplica la tecnología .....	19
1.5. Población diana de la tecnología .....	21
1.6. Área de especialización y abordaje .....	21
<b>2. Aportación de la nueva tecnología en relación con la tecnología en uso actual</b> .....	22
<b>3. Importancia sanitaria de la condición clínica o la población a la que se aplica</b> .....	25
3.1. Incidencia/Prevalencia .....	25
3.2. Carga de la enfermedad .....	25
<b>4. Requerimientos para usar la tecnología</b> .....	26
4.1. Requerimientos de infraestructura y formación .....	26
4.2. Coste y precio unitario .....	26
<b>5. Impactos en salud</b> .....	27
5.1. Eficacia .....	29

5.2. Seguridad .....	34
<b>6. Impacto económico .....</b>	<b>36</b>
<b>7. Impacto en la organización .....</b>	<b>38</b>
<b>8. Impacto ético, social, legal y político .....</b>	<b>39</b>
<b>9. Propuestas de investigación     e investigaciones en curso .....</b>	<b>40</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>41</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>46</b>
<b>Anexo 1</b>	
<b>Metodología empleada para la realización del informe .....</b>	<b>46</b>
1.1. Búsqueda y selección de la Bibliografía .....	46
<b>Anexo 2</b>	
<b>Búsqueda bibliográfica .....</b>	<b>49</b>
2.1. Estrategia de búsqueda en bases de datos bibliográficas .....	49
2.2. Estudios identificados en búsqueda en otras fuentes (9) .....	54
2.3. Estudios identificados excluidos los duplicados (58) .....	55
2.4. Estudios excluidos tras la lectura a texto completo (11) .....	61
2.5. Estudios incluidos en la elaboración de resultados de este informe 62	
2.6. Diagrama de flujo .....	63
<b>Anexo 3</b>	
<b>Descripción y calidad     de los estudios incluidos .....</b>	<b>64</b>
3.1. Descripción de los estudios incluidos .....	64
3.2. Análisis de la calidad de la evidencia identificada .....	70

# Índice de tablas y figuras

<b>TABLA 1.</b>	Modelos de desfibriladores y compañías comercializadoras	12
<b>TABLA 2.</b>	Descripción de desenlaces relacionados con la efectividad de la intervención .....	27
<b>TABLA 3.</b>	Resultados de la búsqueda bibliográfica .....	38
<b>TABLA 4.</b>	Estudios excluidos tras lectura a texto completo .....	46
<b>TABLA 5.</b>	Características de los trabajos incluidos en la elaboración de los resultados .....	52
<b>FIGURA 1.</b>	Diagrama de flujo.....	48

# Participantes

## Equipo colaborador

Participantes	Agencia/organización	Aportación
Pilar Loeches Belinchón	UETS. Madrid	Coordinación y Autoría.
Blanca Novella Arribas		Autoría.
María Cervera Cano		Autoría.
Francisco J- Rodríguez Salvanés		Autoría.
Luis Díaz Díez-Picazo	Hospital Universitario La Paz	Autoría.

## Revisión externa

Participantes	Agencia/organización
Carlos Rubio Chacón	SUMMA 112

# Puntos clave

La parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria (PCR) es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. Aunque la desfibrilación precoz y la reanimación cardiopulmonar de alta calidad han mejorado, las tasas de supervivencia de una PCR extrahospitalaria se sitúan sobre el 8 %, variando entre el 0 y el 18 %, frente al 15-34 % en el caso de parada cardiorrespiratoria intrahospitalaria.

La capnografía es una monitorización no invasiva recomendada por las guías de práctica clínica actuales que estima el gasto cardíaco durante la parada cardiorrespiratoria y es útil para confirmar la intubación traqueal, valorar la calidad de la reanimación cardiopulmonar y ser signo precoz de recuperación de la circulación espontánea.

Recientemente se ha descrito que durante la RCP de un ritmo desfibrilable la valoración del EtCO<sub>2</sub> previa a la descarga puede tener un valor pronóstico del éxito de la desfibrilación.

La línea de investigación que analiza la utilidad de la capnografía para valorar el momento óptimo de la administración de la descarga y el pronóstico de éxito de la misma es prometedora, pero los resultados actuales no son lo suficientemente robustos como para poder concluir que las mediciones de EtCO<sub>2</sub> puedan afectar a la toma de decisiones durante las maniobras de RCP avanzada y recomendar su uso en la práctica clínica.

Los resultados de los estudios analizados aportan una evidencia inicial de que cuanto mayores son los valores de EtCO<sub>2</sub> antes de la desfibrilación mayor es la probabilidad de éxito de la misma, aunque el diseño observacional de los mismos, sin grupo control, nos impide afirmarlo con evidencia suficiente. En caso de que existiese esta asociación, se podría inferir que disponer de esta medición daría buenos resultados en el RCP, pero esto sería una hipótesis que requeriría su propia investigación. No se han encontrado ensayos clínicos que comparen el éxito (RCE, supervivencia) entre maniobras de RCP realizadas con capnógrafo frente a RCP sin capnógrafo.

El umbral numérico de EtCO<sub>2</sub> para una desfibrilación satisfactoria se ha establecido entre 20 y 40 mmHg.

En este momento están registrados en *Clinical Trials.gov* tres estudios sobre la capnografía en parada cardiorrespiratoria en el ámbito extrahospitalario. Ninguno de ellos tiene como hipótesis el uso de la capnografía asociada a desfibrilación. Es preciso desarrollar estudios prospectivos bien diseñados que aporten más evidencia sobre el tema analizado.

Respecto a la seguridad de la tecnología, ésta se muestra bastante segura, siendo importante respetar las advertencias respecto a situaciones de medidas afectadas por errores de aplicación de sensores, ciertas condiciones medioambientales y ciertas afecciones del paciente.

La toma incorrecta de decisiones por interpretación errónea de la monitorización capnográfica también afectaría a la seguridad del paciente, hecho que se previene con la adecuada formación del personal sanitario.

Diferentes publicaciones describen la necesidad de investigación en el desarrollo de algoritmos para depurar los artefactos de las compresiones torácicas en las tasas de ventilación y en el capnograma que podrían integrarse como un software en el monitor/desfibrilador. De esa forma tanto la capnografía como la capnometría podrían ofrecer datos más fiables.

## **KEY POINTS**

Out-of-hospital cardiorespiratory arrest (OHCA) is a leading cause of morbidity and mortality worldwide. Although early defibrillation and high-quality cardiopulmonary resuscitation have improved, survival rates for out-of-hospital CRA are around 8 %, ranging from 0-18 %, compared to 15-34 % for in-hospital cardiorespiratory arrest.

Capnography is a non-invasive monitoring recommended by current clinical practice guidelines that estimates cardiac output during cardiorespiratory arrest and is useful for confirming tracheal intubation, assessing the quality of cardiopulmonary resuscitation and as an early sign of recovery of spontaneous circulation.

It has recently been described that during CPR of a shockable rhythm, the assessment of EtCO<sub>2</sub> prior to shock may have a prognostic value for the success of defibrillation.

The line of research analyzing the usefulness of capnography in assessing the optimal timing of shock delivery and the prognosis of shock success is promising, but the current results are not sufficiently robust to conclude that EtCO<sub>2</sub> measurements can affect decision making during advanced CPR maneuvers and to recommend their use in clinical practice.

The results of the studies analyzed provide initial evidence that the higher the EtCO<sub>2</sub> values before defibrillation, the greater the probability of successful defibrillation, although the observational design of these studies, without a control group, prevents us from affirming this with sufficient evidence. In the event that this association exists, it could be inferred that having this measurement would give good results in CPR, but this would be a

hypothesis that would require its own investigation. No clinical trials have been found that compare the success (ROSC, survival) between CPR maneuvers performed with a capnograph versus CPR without a capnograph.

The numerical threshold of EtCO<sub>2</sub> for successful defibrillation has been established between 20 and 40 mmHg.

Three studies on capnography in cardiorespiratory arrest in the out-of-hospital setting are currently registered in ClinicalTrials.gov. None of them hypothesized the use of capnography in association with defibrillation. There is a need to develop well-designed prospective studies that provide more evidence on the topic under analysis.

Regarding the safety of the technology, it appears to be quite safe, although it is important to respect the warnings regarding measurement situations affected by sensor application errors, certain environmental conditions and certain patient conditions.

Incorrect decision making due to misinterpretation of capnographic monitoring would also affect patient safety, which can be prevented by adequate training of healthcare staff.

Several publications describe the need for research in the development of algorithms to debug chest compression artefacts in ventilation rates and in the capnogram that could be integrated as software in the monitor/defibrillator. In that way both capnography and capnometry could provide more reliable data.



# 1. Datos generales

## 1.1. Nombre de la tecnología

Equipos de desfibriladores manuales que disponen de una monitorización de capnografía integrada que realiza un registro continuo de la forma de onda del CO<sub>2</sub> exhalado, así como la visualización numérica del dióxido de carbono al final de la espiración (EtCO<sub>2</sub>).

## 1.2. Compañía comercial o elaboradora del producto

Existen diferentes modelos de desfibriladores manuales en el mercado, desarrollados y comercializados a su vez por diferentes compañías. En la siguiente tabla se han incluido los de mayor uso en España:

**TABLA 1**  
**Modelos de desfibriladores y compañías comercializadoras**

Modelos	Compañía comercial	URL	País	Marca CE	Tecnología de capnografía
HeartStart MRx	Philips	<a href="https://www.philips.es/healthcare/solutions/emergency-care-resuscitation">https://www.philips.es/healthcare/solutions/emergency-care-resuscitation</a>	Holanda	Sí	Flujo principal
Rseries	Zoll	<a href="https://www.zoll.com/es/products/defibrillators">https://www.zoll.com/es/products/defibrillators</a>	EE.UU.	Sí	Flujo lateral de pequeño volumen
Xseries	Zoll	<a href="https://www.zoll.com/es/products/defibrillators">https://www.zoll.com/es/products/defibrillators</a>	EE.UU.	Sí	Flujo lateral de pequeño volumen
Propaq MD	Zoll	<a href="https://www.zoll.com/es/products/defibrillators">https://www.zoll.com/es/products/defibrillators</a>	EE.UU.	Sí	Flujo lateral de pequeño volumen
Propaq M	Zoll	<a href="https://www.zoll.com/es/products/defibrillators">https://www.zoll.com/es/products/defibrillators</a>	EE.UU.	Sí	Flujo lateral de pequeño volumen

Lifepack 15	Physio-Control	<a href="https://www.physio-control.com/">https://www.physio-control.com/</a>	EE.UU.	Sí	Flujo lateral de pequeño volumen
Lifepack 20e	Physio-Control	<a href="https://www.physio-control.com/">https://www.physio-control.com/</a>	EE.UU.	Sí	Flujo lateral de pequeño volumen
Reanibex 500 EMS	Bexen-Cardio	<a href="https://www.bexencardio.com/es/">https://www.bexencardio.com/es/</a>	España	Sí	Flujo lateral
Reanibex 800	Bexen-Cardio	<a href="https://www.bexencardio.com/es/">https://www.bexencardio.com/es/</a>	España	Sí	Flujo lateral
Defigard HD-7	Schiller	<a href="https://www.schiller.ch/es/es">https://www.schiller.ch/es/es</a>	Suiza	Sí	Flujo lateral
Argus Pro LifeCare 2	Schiller	<a href="https://www.schiller.ch/es/es">https://www.schiller.ch/es/es</a>	Suiza	Sí	Opcional flujo principal o lateral

### 1.3. Breve descripción de la tecnología

La atención de la parada cardiorrespiratoria (PCR) por un equipo de soporte vital avanzado tiene como objetivo la reanimación cardiopulmonar (RCP) de calidad, que es clave para mejorar la supervivencia de los pacientes.

Las guías de práctica clínica sobre RCP<sup>1-4</sup>, establecen algoritmos definidos de actuación combinando, según los escenarios, choque eléctrico (en caso de ritmo desfibrilable) y maniobras de RCP (compresiones y ventilaciones) así como el uso de medicación (como la adrenalina). Estas guías concluyen que las únicas medidas que han demostrado mejoría de la supervivencia son las compresiones torácicas efectivas, que aportan un flujo sanguíneo que permite la oxigenación de los órganos vitales, la desfibrilación precoz y buscar activamente las causas reversibles de la PCR.

Puesto que es fundamental durante la RCP generar un flujo adecuado de sangre oxigenada a los órganos vitales, es necesario encontrar indicadores no invasivos del flujo generado para evaluar la respuesta hemodinámica del paciente.

La capnografía es una monitorización continua de la concentración o presión parcial de CO<sub>2</sub> en el aire espirado. Durante la RCP, la concentración de CO<sub>2</sub> espiratorio final o EtCO<sub>2</sub> proporciona una estimación no invasiva del gasto cardiaco y de flujo sanguíneo. Por ello, las guías de resucitación vigentes<sup>1-3</sup> enfatizan el potencial de la monitorización de la capnografía como indicador no invasivo del flujo sanguíneo del paciente durante la RCP.

Existen diferentes métodos no invasivos para medir el  $\text{CO}_2$  durante la ventilación: la monitorización continua de la presión parcial de  $\text{CO}_2$  a lo largo del tiempo se conoce como *capnografía temporal o estándar* y es la más frecuentemente empleada en la práctica clínica. La representación de cantidad de  $\text{CO}_2$  en el aire exhalado se conoce como *capnografía volumétrica*. Aunque algunos autores señalan que el empleo conjunto de la capnografía temporal y volumétrica aportaría información clínicamente útil, en la actualidad la capnografía volumétrica es poco empleada<sup>5</sup>. Por tanto, el término capnografía sin más calificativo en la literatura hace referencia a la capnografía temporal.

El monitor de capnografía ofrece de forma continua el  $\text{CO}_2$  exhalado (capnometría- valor numérico), el registro gráfico de la eliminación del mismo (capnograma) y la frecuencia respiratoria del paciente.

El registro capnográfico o capnograma es la representación gráfica de la ventilación del paciente a lo largo del tiempo, mostrándose en el eje vertical la presión parcial de  $\text{CO}_2$  (en mm de Hg) y en el eje horizontal el tiempo (en segundos).

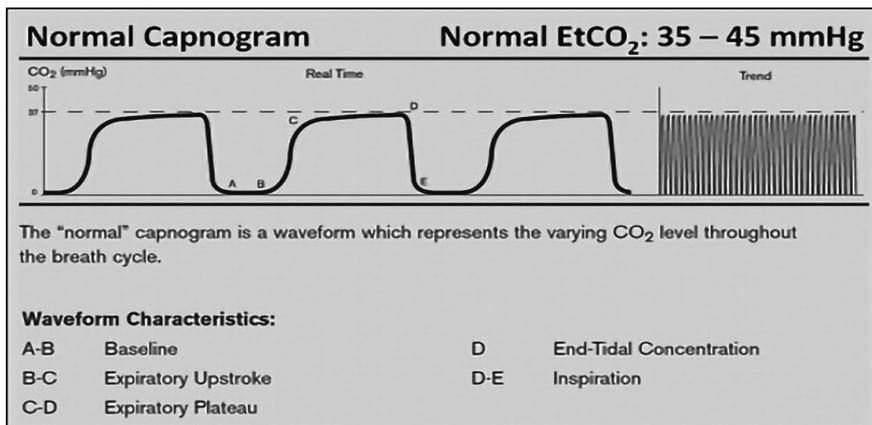
En el capnograma podemos distinguir las siguientes fases:

**Fase I (A-B).** Período comprendido entre el final de la inspiración (A) y el comienzo de la siguiente espiración (B), durante el cual se ventila el espacio muerto. En esta fase la presión parcial de  $\text{CO}_2$  es la ambiental. Al conectarse el capnógrafo reconoce esta presión de  $\text{CO}_2$  ambiental y la asimila a valor cero.

**Fase II (B-C).** Rápida subida de  $\text{CO}_2$  al inicio de la espiración por la eliminación de  $\text{CO}_2$  del espacio muerto mezclado con  $\text{CO}_2$  alveolar.

**Fase III o meseta alveolar (C-D).** Corresponde a la exhalación del  $\text{CO}_2$  del aire procedente de los alveolos, observándose un ascenso lento y progresivo hasta alcanzar el punto donde la presión parcial de  $\text{CO}_2$  es máxima (punto D). El valor de esta presión parcial de  $\text{CO}_2$  al final de la espiración es el  $\text{CO}_2$  te-espiratorio o  $\text{EtCO}_2$  (en inglés, end-tidal  $\text{CO}_2$ ).

**Fase IV (D-E).** En la que la presión parcial de  $\text{CO}_2$  decrece rápidamente al inicio de la inspiración.



Tomado de: <https://www.zoll.com/es/productos-m%C3%A9dicos/desfibriladores/r-serie/capnograma>.

Los capnógrafos emplean técnicas espectroscópicas de medida de CO<sub>2</sub> basadas en su absorción de la radiación infrarroja a una longitud de onda determinada (4,26 μm) y su emisión posterior que es captada por un fotodetector.

Actualmente están disponibles monitores para pacientes no intubados que realizan una lectura específica de CO<sub>2</sub> que no se altera con altas concentraciones de O<sub>2</sub> ni con otros gases y que son utilizados por algunos servicios de emergencias.

Existen dos tipos de capnógrafos según la manera de medir el CO<sub>2</sub>: de flujo principal (*mainstream*) y lateral (*sidestream*).

Los de **flujo principal** fueron los diseñados inicialmente. Miden el CO<sub>2</sub> directamente en la vía aérea, el sensor va colocado en el tubo endotraqueal. Al estar el sensor en la vía aérea, la lectura puede alterarse por secreciones, requiriendo calibraciones y reposiciones frecuentes.

Los de **flujo lateral** se desarrollaron posteriormente. En estos, el sensor se encuentra dentro del monitor y se mide el CO<sub>2</sub> mediante pequeños volúmenes de muestra aspirada de la vía aérea de forma continua, tanto en el paciente intubado (empleando un adaptador entre el tubo endotraqueal y el circuito del respirador) como en el no intubado (empleando una cánula oral-nasal que mide el CO<sub>2</sub> exhalado y que permite la administración simultánea de O<sub>2</sub>). Estos capnógrafos no precisan ser calibrados por el personal sanitario (requieren revisiones cada 1-2 años por personal técnico), lo que los hace idóneos para su empleo en el medio extrahospitalario<sup>6</sup>. El siguiente paso en la evolución tecnológica de los capnógrafos de flujo

lateral fue reducir el volumen de la muestra con el fin de obtener capnometrías fiables en situaciones clínicas donde el volumen corriente es muy reducido, como en la parada cardiorrespiratoria, el paciente crítico o en el neonato<sup>7-8</sup>. Esta capnografía de flujo lateral de pequeño volumen se conoce comercialmente como *Microstream*<sup>®</sup>.

## 1.4. Descripción del problema de salud al que se aplica la tecnología

El problema de salud al que se dirige esta tecnología es a la parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria.

Por PCR, se entiende toda situación clínica que comprende un cese inesperado, brusco y potencialmente reversible de las funciones respiratorias y/o cardiorrespiratorias espontáneas, no siendo resultado de la evolución natural de una enfermedad crónica avanzada o incurable, o del envejecimiento biológico. Si no se contrarresta con medidas de reanimación, tras la PCR se produce una disminución brusca del transporte de oxígeno que da lugar a una disfunción del cerebro inicialmente y, posteriormente, conduce a lesiones celulares irreversibles en el organismo por la anoxia tisular y a la muerte biológica. La cardiopatía isquémica es la causa más frecuente de PCR en adultos en los países occidentales.

### DIAGNÓSTICO CLÍNICO

El diagnóstico de la PCR es fundamentalmente clínico<sup>9</sup> y se manifiesta como:

- Pérdida brusca de la conciencia.
- Ausencia de pulsos centrales (carotídeo, femoral, etc.).
- Cianosis.
- Apnea y/o *gaspings* (respiración boqueante).
- Midriasis (dilatación pupilar).

### DIAGNÓSTICO ELÉCTRICO

Existen 2 modalidades de parada cardiorrespiratoria:

## 1. Ritmos desfibrilables

**Fibrilación Ventricular (FV) o Taquicardia Ventricular sin Pulso (TVSP):** la FV es el ritmo ECG inicial más frecuente en pacientes que presentan PCR secundaria a enfermedad coronaria. Se caracteriza por la producción de múltiples ondas de actividad eléctrica a más de 300 ciclos por minutos que se refleja en un temblor (fibrilación) descoordinado de las fibras musculares que impide la contracción ventricular. Si la FV no se trata inmediatamente degenera en asistolia, de forma que después de 5 minutos de evolución sin tratamiento solo en menos de un 50 % de las víctimas se comprueba su presencia. Es de vital importancia el poder realizar una desfibrilación precoz, ya que se han comprobado supervivencias inmediatas de hasta un 89 % cuando la FV es presenciada y la desfibrilación es instantánea, descendiendo esta supervivencia en aproximadamente un 5 % por cada minuto perdido antes de realizar la desfibrilación.

## 2. Ritmos no desfibrilables

**Asistolia:** Constituye el ritmo primario o responsable de la aparición de una situación de PCR en el 25 % de las acontecidas en el ambiente hospitalario y en el 5 % de las extrahospitalarias. No obstante, se encuentra con más frecuencia al ser la evolución natural de las FV no tratadas, siendo la incidencia aproximada a la llegada de los servicios de emergencia extrahospitalaria en torno a un 60 %<sup>10-13</sup>. Su respuesta al tratamiento es mucho peor que la de la FV, cuando es causada por enfermedad cardíaca, presentando una supervivencia menor de un 5 %. Las tasas de supervivencias pueden ser mejores cuando se presenta asociada a hipotermia, ahogamiento o a intoxicación medicamentosa.

**Actividad eléctrica sin pulso:** Se define como la presencia de actividad eléctrica cardíaca organizada, sin traducirse en actividad mecánica (ausencia de pulso arterial central) o TAS < 60 mmHg. La incidencia aproximada se sitúa en torno a un 15 %<sup>10-13</sup>. En ausencia de flujo en las coronarias las ondas coordinadas en el ECG solo pueden existir de forma transitoria. La presencia de disociación electromecánica provoca una situación de muy mal pronóstico (supervivencia inferior al 5 %

cuando está causada por enfermedad coronaria), excepto en aquellos casos en que se trata de un fenómeno transitorio tras la desfibrilación o es secundaria a una causa rápidamente corregible. Por ello desde un primer momento es sumamente importante diagnosticar y tratar sus posibles causas, como hipovolemia, hipoxia, neumotórax a tensión, taponamiento cardiaco, alteraciones electrolíticas y del equilibrio ácido-base, intoxicación por fármacos, hipotermia, infarto agudo de miocardio y embolismo pulmonar masivo<sup>9</sup>.

## 1.5. Población diana de la tecnología

Esta tecnología se dirige a los pacientes con indicación de RCP avanzada que sufren parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria y presentan un ritmo desfibrilable (FV o TVSP).

## 1.6. Área de especialización y abordaje

Servicios de emergencias extrahospitalarias del SNS y va dirigido a profesionales sanitarios integrados en los equipos de atención a emergencias que proporcionan soporte vital avanzado en situaciones de PCR.

## 1.7. Documentos publicados por otras Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

Para la realización de este informe, elaborado mediante revisión sistemática de la literatura, se siguió la metodología descrita en la «Guía para la elaboración y adaptación de informes rápidos de evaluación de tecnologías sanitarias» realizada dentro de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del SNS (RedETS)<sup>14</sup>.

Ya en la fase de planificación de este informe se propuso, y así fue aprobada, la elaboración de un informe de «novo».

En la búsqueda de documentos publicados por las agencias de la RedETS no se encontraron antecedentes sobre esta tecnología publicados.

## 2. Aportación de la nueva tecnología en relación con la tecnología en uso actual

En situaciones de bajo flujo sanguíneo, como es el caso de una parada cardiorrespiratoria, el valor de EtCO<sub>2</sub> durante la ventilación asistida **depende principalmente del flujo sanguíneo pulmonar**, y por tanto refleja el **gasto cardíaco** (volumen de sangre expulsada por un ventrículo en un minuto)<sup>15</sup>.

Las guías de resucitación cardiopulmonar actuales<sup>1-4</sup> recomiendan el uso de la capnografía durante la RCP.

Estas pautas de SVA recomiendan el uso continuo de dióxido de carbono al final de la espiración (EtCO<sub>2</sub>) para controlar la calidad de la RCP y guiar al reanimador durante la misma. Sus aplicaciones prácticas, no todas avaladas por las evidencias actuales, serían:

1. Confirmar la **correcta colocación del tubo endotraqueal (TET)**. Es bien conocido que la intubación esofágica no reconocida es una complicación potencialmente fatal si no se solventa rápidamente. Los métodos clínicos empleados para la confirmación de la posición del TET (auscultación pulmonar y en el estómago, movimientos torácicos, etc.) deben complementarse con la capnografía para reducir las intubaciones esofágicas. Es la indicación con mayor evidencia científica<sup>6</sup>.
2. Monitorizar la **calidad de las compresiones torácicas** durante la RCP. Desde un punto de vista morfológico las compresiones torácicas efectivas se caracterizan por una profundidad (50-60 mm) y una frecuencia (100-120 compresiones por minuto)<sup>16</sup>. Una frecuencia y profundidad de compresiones conforme con las recomendaciones habituales puede no generar el mismo flujo en todos los pacientes, dependiendo de factores como su edad, peso o morfología. Existe evidencia publicada de que el EtCO<sub>2</sub> se correlaciona bien con el gasto cardíaco durante la RCP<sup>17</sup>. El índice cardíaco durante la RCP se mantiene habitualmente entre 1,6 y 1,9 L/min/

m<sup>2</sup>,<sup>18</sup>. Estos valores de índice cardíaco se corresponden con un EtCO<sub>2</sub> en torno a 20 mmHg<sup>19</sup>. En España, un estudio prospectivo realizado en 30 pacientes en PCR extrahospitalaria observó que todos los pacientes recuperados presentaron valores de EtCO<sub>2</sub> > 20 mmHg tanto a los 20 minutos como al final de la RCP<sup>20</sup>. Por esta evidencia acumulada, diferentes autores recomendaron mantener un EtCO<sub>2</sub> ≥ 20 mmHg durante la RCP<sup>21</sup> y, así, el Consejo Europeo de Reanimación lo viene recomendando desde el 2015 hasta la actualidad<sup>1</sup>. Además, mediante la capnografía, puede valorarse si las compresiones torácicas están siendo óptimas o pueden mejorarse mediante un cambio de técnica<sup>22</sup> o bien, un relevo si está disponible<sup>1</sup>. Ante un capnograma alterado con un nivel de EtCO<sub>2</sub> bajo que no mejora tras las maniobras de optimización del masaje cardíaco es conveniente sospechar una hemorragia exanguinante, un taponamiento cardíaco o un neumotórax a tensión, entre otras causas<sup>21</sup>.

3. **Detectar precozmente la recuperación de la circulación espontánea (RCE).** Un incremento brusco y mantenido del EtCO<sub>2</sub> puede indicar RCE. Sin embargo, aún no existe suficiente evidencia para interrumpir las compresiones torácicas solo por este signo clínico.

Además de estas indicaciones clínicas en las que la capnografía durante la RCP ha sido recomendada consistentemente por las guías de práctica clínica actuales, algunos autores han descrito recientemente que el análisis de los valores de EtCO<sub>2</sub> previos a la administración de la descarga eléctrica en los ritmos desfibrilables de PCR puede aportar una información útil sobre el éxito de esta descarga y la posible RCE tras la misma.

La principal aportación de la tecnología emergente estaría dirigida a ofrecer un pronóstico del éxito de la desfibrilación durante la parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria mediante la incorporación de algoritmos al monitor desfibrilador que identificarían el momento idóneo para realizar una descarga exitosa. Mejoraría la eficacia de la desfibrilación, mejorando así la supervivencia y disminuyendo el grado de secuelas post-parada cardiorrespiratoria

Lo deseable, por tanto, sería disponer de un indicador integrado en los desfibriladores que monitorizase la señal de capnografía durante la RCP, pudiendo manejar la capnografía como una herramienta inteligente y adaptada a la respuesta de cada paciente, que contribuirá a dar soporte a la decisión del especialista médico del momento idóneo de la desfibrilación en una parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria con ritmo desfibrilable.

Este informe analizará, en pacientes en PCR atendidos en el ámbito extrahospitalario, el efecto de los dispositivos que integran la medición continua de los niveles  $\text{CO}_2$  (capnógrafos) en los desfibriladores sobre el resultado de la desfibrilación y variables clínicas derivadas de esta.

### 3. Importancia sanitaria de la condición clínica o la población a la que se aplica

#### 3.1. Incidencia/Prevalencia

La parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo.

La incidencia anual de parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria en Europa se sitúa entre 67 y 170/100.000 habitantes. Aunque la desfibrilación precoz y la reanimación cardiopulmonar de alta calidad han mejorado, las tasas de supervivencia de una PCR extrahospitalaria se sitúan sobre el 8 %, variando entre el 0 y el 18 %, en el caso de parada, frente al 15-34 % en el caso de parada cardiorrespiratoria intrahospitalaria<sup>4</sup>.

#### 3.2. Carga de la enfermedad

Cada año se producen en España alrededor de 28 casos de Parada Cardiorrespiratoria (PCR) extrahospitalaria por cada 100.000 habitantes. La probabilidad de supervivencia al alta hospitalaria es de alrededor del 10 % frente al 20 % si la PCR es intrahospitalaria<sup>23</sup>.

En Europa las enfermedades cardiovasculares suponen cerca del 40 % del total de muertes en personas menores de 75 años y la PCR se da en más del 60 % de las muertes de adultos por enfermedad coronaria.

## 4. Requerimientos para usar la tecnología

### 4.1. Requerimientos de infraestructura y formación

El monitor/desfibrilador con capnografía de forma de onda se utilizaría en las mismas unidades clínicas en las que se utiliza los monitores/desfibriladores sin capnografía. Por tanto, la implementación de esta tecnología no tendría requerimientos de infraestructura diferentes a los que tiene la tecnología actual en uso.

Se requerirá formación sobre la interpretación y las aplicaciones teóricos-prácticas del capnograma y la capnografía en la PCR extrahospitalaria.

### 4.2. Coste y precio unitario

En diferentes páginas web de venta de material médico puede observarse que los precios presentan oscilaciones importantes en los monitores/desfibriladores (a veces porque ofertan dispositivos usados o reacondicionados). A modo de ejemplo para ilustrar el impacto económico de la incorporación de capnografía en los desfibriladores, en una de estas páginas (<https://materialmedico24.es/>) se oferta el monitor/desfibrilador Reanibex 800® nuevo a un precio de 6.201,25 € sin capnografía integrada y 8.615,20 € con capnografía integrada (sobrecoste de 2.413,95 €).

## 5. Impactos en salud

La parada cardiorrespiratoria (PCR) es un problema importante en los países industrializados y la FV es el ritmo causante más común en la PCR extrahospitalaria. Si no se trata, la FV se deteriora con el tiempo a un ritmo no desfibrilable y con peor pronóstico. La RCP y la desfibrilación temprana son esenciales para el tratamiento de las personas que sufren una PCR y aumentan la posibilidad de recuperación de la circulación espontánea (RCE) y la supervivencia<sup>24</sup>.

La RCP temprana mejora la perfusión coronaria y se ha demostrado que mejora la concentración de ATP aumentando el espectro de amplitud de la FV, la posibilidad de éxito de la descarga y la probabilidad de RCE<sup>25,26</sup>. En base a esto, existe la necesidad de establecer parámetros capaces de monitorizar la calidad de la RCP durante la reanimación. En la PCR resulta fundamental mantener la oxigenación tisular mediante las compresiones torácicas que garanticen un gasto cardíaco suficiente. Existe suficiente evidencia de que la capnografía es una monitorización no invasiva que puede estimar este gasto cardíaco durante la PCR y ser de utilidad para confirmar la intubación traqueal, valorar la calidad de la RCP y ser signo precoz de recuperación de la circulación espontánea<sup>6</sup>. Es por ello que su uso está recomendado actualmente por las guías internacionales<sup>1,2</sup>.

Para la elaboración de este informe se seleccionaron 15 referencias correspondientes a estudios observacionales y 1 revisión narrativa, de las cuales fueron finalmente incluidas 4 tras la lectura a texto completo.

Los trabajos incluidos tienen ciertas características comunes, todos son estudios observacionales retrospectivos sin grupo comparador en pacientes adultos con ritmo desfibrilable y valor numérico de EtCO<sub>2</sub>. Sus características generales se resumen en el anexo 3.

La calidad de los 4 estudios incluidos, utilizando los criterios de la escala de Johanna Briggs Institute, fue moderada. El resultado de la evaluación se muestra en el anexo 2.2. Sus principales déficits están relacionados con el elevado número de pacientes excluidos tras la selección de la muestra y con la falta de registro de los antecedentes clínicos de estos. Por otro lado, la ausencia de grupo control en todos los estudios, impide conocer la eficacia o efectividad de la intervención evaluada, por este motivo, los resultados sólo pueden describir las frecuencias de los desenlaces sin que se hayan podido contrastar con los posibles efectos de otras intervenciones.

Los estudios analizados en el presente informe proponen que los valores de EtCO<sub>2</sub> previos a la descarga pueden ser predictores de la eficacia de la misma.

En algunos de estos estudios, el análisis de forma de onda de la FV parece ser el mejor predictor de una desfibrilación exitosa. Sin embargo, actualmente no hay algoritmos disponibles en los desfibriladores comerciales y la utilización del análisis de la forma de onda de FV para guiar el momento idóneo de la desfibrilación está aún bajo investigación<sup>27</sup>.

La capnografía está disponible en varios modelos de desfibriladores comercializados donde se utiliza comúnmente para verificar la correcta colocación del tubo endotraqueal (TET) tras la intubación<sup>6</sup> en el contexto del soporte vital avanzado y monitorizar la calidad de las compresiones torácicas durante las maniobras de reanimación en PCR. Estos estudios plantean que además podría emplearse como guía del momento idóneo de la desfibrilación para que esta sea exitosa.

Aunque los resultados de estos primeros estudios son prometedores, en cuanto a correlación entre EtCO<sub>2</sub> y desfibrilación exitosa, esta eficacia no ha sido firmemente establecida al carecer de una metodología adecuada que genere una evidencia robusta, por tanto, la capnografía actualmente no se recomienda como un parámetro para guiar el momento idóneo de la desfibrilación para que esta sea más eficaz. Se requiere la realización de nuevos estudios prospectivos bien diseñados sobre el papel de la capnografía como predictor del éxito de la desfibrilación durante la RCP extrahospitalaria y el impacto que tendría en el resultado clínico de los pacientes.

También se ha estudiado la evidencia del umbral numérico de EtCO<sub>2</sub> como predictor del momento idóneo para que la desfibrilación sea eficaz. Este umbral se ha establecido en alrededor de más de 20 y menos de 40 mmHg tanto para la primera descarga como para las sucesivas y no difiere sustancialmente si el que realiza la desfibrilación es un profesional sanitario o no.

Las principales limitaciones de los estudios encontrados son: el origen de los datos (todos ellos provienen de registros retrospectivos que implica posibles sesgos detallados en cada uno de ellos), no tienen grupo comparador, presentan una gran cantidad de pérdidas por diferentes causas (trazados de capnograma artefactados por las compresiones torácicas, valores de ETCO<sub>2</sub> no disponibles en el momento de la descarga), y ninguno aporta información de patologías previas y otras características que puedan ser potenciales factores de confusión.

Todas estas causas y los resultados encontrados impiden en el momento actual recomendar la capnografía como un parámetro para guiar el momento idóneo de la desfibrilación para que esta sea exitosa y, por tanto, determinar el impacto en salud que tendría esta tecnología.

## 5.1. Eficacia

La efectividad de la intervención ha sido descrita con variables relacionadas con éxito de la desfibrilación, en términos de valor medio de EtCO<sub>2</sub> en el minuto previo a la descarga, mediana de EtCO<sub>2</sub> en el minuto anterior a la descarga (MEtCO<sub>2</sub>), éxito de la desfibrilación, área de espectro de amplitud de la forma de onda de la fibrilación ventricular (AMSA), recuperación de la circulación espontánea (RCE) y supervivencia.

El éxito de la desfibrilación (descargas exitosas) fue definido como cese de la FV o TV sin pulso con el posterior establecimiento de un ritmo organizado en 60 segundos. Un ritmo organizado requiere al menos dos complejos QRS separados por no más de 5 segundos.

La RCE fue definida como la aparición de un ritmo ECG organizado y un pulso palpable documentado.

En los estudios de Hubble (2020)<sup>28</sup> y de Frigerio (2021)<sup>29</sup> consideran la RCE como el resultado más significativo de una desfibrilación exitosa restringida a descargas que resultaron en un ritmo ECG organizado y un pulso palpable documentado), sin embargo, en los estudios de Savastano (2017)<sup>30</sup> y Chicote (2019)<sup>31</sup> se ha considerado desfibrilación exitosa sólo la aparición de un ritmo ECG organizado y esto podría incluir pacientes con actividad eléctrica sin pulso.

Sólo dos estudios aportan datos de supervivencia (Chicote, 2019 y Hubble, 2020) y en el de Hubble además se describen datos de evolución neurológica favorable al alta sin especificar plazo (corto o largo plazo).

- **En el estudio de Savastano (2017)**, se evaluó el **valor medio de EtCO<sub>2</sub>** en el minuto anterior al choque como predictor del éxito de la desfibrilación.

De los 62 pacientes incluidos, se administraron un total de 207 descargas, de estas 130 tuvieron éxito (62,8 %) y 77 (37,2 %) no tuvieron éxito. En las descargas exitosas, el valor de medio de EtCO<sub>2</sub> en el minuto anterior al choque fue 28 mmHg (IC95 %, 25-31) y en las descargas fallidas fue 21 mmHg (IC95 %, 17,5-24); p < 0,001.

En el análisis del valor medio de EtCO<sub>2</sub> por terciles (T1: Valor medio de EtCO<sub>2</sub> ≤ 20 mmHg; T2: >20- ≤ 31 mmHg y T3: >31 mmHg) se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre descargas exitosas y no exitosas ( $\chi^2$  p = 0,003; p para tendencia >0,001). El porcentaje de éxito de la descarga en T1 (72 descargas) fue 50 %, en T2 (65 descargas) fue 65 % y en T3 (68 descargas) 80 % aproximadamente.

Este estudio tenía como objetivo principal la definición del valor medio de EtCO<sub>2</sub> en el minuto anterior a la descarga como predictor del éxito de la desfibrilación. El análisis de la curva ROC mostró que el valor de medio de EtCO<sub>2</sub> con la mejor relación sensibilidad/especificidad fue 27 mmHg (Sensibilidad 75 %, especificidad 75 %), con AUC 0,67; p < 0,01. Un valor de 7 mmHg tuvo una sensibilidad de 100 % y una especificidad del 5 %; por el contrario, un valor medio de EtCO<sub>2</sub> de 45 mmHg tuvo una sensibilidad de 7 % y una especificidad de 100 %. Ninguna descarga fue eficaz cuando el valor medio de EtCO<sub>2</sub> fue <7 mmHg y todas fueron exitosas cuando el valor medio de EtCO<sub>2</sub> fue >45 mmHg.

Las descargas seguidas de RCE fueron precedidos por un valor significativamente más alto de EtCO<sub>2</sub> [33 mmHg, IC95 % 28,5-37,5); p = 0,002] que las exitosas, pero sin RCE [27,5 mmHg, IC95 % (25-29,5); p = 0,02] o las fallidas [22 mmHg, IC95 % (20-24,5); p = 0,03].

- **En el estudio de Chicote (2019)**, de los 214 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, se administraron 514 descargas, 196 tuvieron éxito y 318 no (38,13 %). En 75 primeras descargas, 33 fueron exitosas (44 %). Un total de 76 pacientes lograron RCE y la supervivencia fue del 12 %.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en la tasa de ventilación y la tasa de compresiones torácicas, pero si en la profundidad de las compresiones torácicas, que fue significativamente mayor para descargas fallidas 4,7 (4,1-5,2) frente a 4,9 (4,3-5,49) cm; p < 0,05. Se observaron valores similares para el subgrupo de primeras descargas 4,4 (3,9-5,0) frente a 5,0 (4,4-5,4) cm; p < 0,05.

La **MEtCO<sub>2</sub>** fue mayor para las descargas exitosas en los dos subgrupos analizados (primera descarga y todas las descargas), pero la diferencia entre descargas exitosas y fallidas sólo fue estadísticamente significativa para el subgrupo de primeras descargas.

Para este subgrupo,  $\text{MEtCO}_2$  fue **31** (22,5-50,3) mmHg para descargas exitosas y **25** (11,3-34,5) mmHg para descargas fallidas;  $p < 0,05$ . En el subgrupo de todas las descargas el valor de  $\text{MEtCO}_2$  para descargas exitosas fue 32 (21-43) mmHg frente a 29 (19-40) mmHg;  $p > 0,05$ .

Las características de la forma de onda FV fueron significativamente diferentes entre las descargas exitosas y no exitosas en los 2 subgrupos.

En la distribución de primeras descargas como exitosas o no exitosas para 3 intervalos de  $\text{METCO}_2$  ( $< 20$  mmHg, 20-40 mmHg,  $> 40$  mmHg),  $\text{METCO}_2 < 20$  mmHg se asocia a RCP de baja calidad y valores superiores se asocian a RCE. La proporción de descargas exitosas para  $\text{METCO}_2 < 20$  mmHg es del 25 % y con  $\text{METCO}_2 > 40$  mmHg es de más del 60 %.

- **En el estudio de Hubble (2020)**, de los 324 pacientes incluidos, se administraron un total de 869 descargas, 153 primeras descargas y 716 descargas posteriores. Se realizó análisis de subgrupos de primeras descargas y descargas posteriores.

En total el **47,2 %** de los pacientes (153) tuvieron uno o más episodios de RCE durante las maniobras de resucitación, la supervivencia en el momento del ingreso hospitalario fue del **29 %** (96), la supervivencia al alta hospitalaria fue del **11,1 %** (36) y el **9,8 %** (32) fue dado de alta con pronóstico neurológico favorable.

El éxito de la desfibrilación fue más probable con valores crecientes de  $\text{EtCO}_2$  [OR= 1,03 por mmHg; (IC95 % 1,01-1,05);  $p = 0,01$ ] y cuando los pacientes recibían RCP por no sanitarios antes de la llegada de los Servicios de Emergencias [OR = 4,04; (IC95 % 1,32-13,05);  $p = 0,01$ ]. Ninguna otra variable fue estadísticamente significativa como predictor de éxito de la primera descarga.

La proporción de pacientes que lograron la RCE se comparó en cuatro intervalos de  $\text{EtCO}_2$  ( $< 20$ , 20-29, 30-39 y  $\geq 40$  mmHg) y por la presencia o ausencia de RCP por no sanitarios.

Sólo 1 de 33 pacientes (3 %) con un  $\text{EtCO}_2 < 20$  mmHg en el momento de la primera descarga fue desfibrilado con éxito, y sólo el 12 % finalmente alcanzó la RCE a lo largo de la RCP. Sin embargo, con un  $\text{EtCO}_2 \geq 20$  mmHg en el momento previo a la descarga, el 17 % alcanzó la RCE con esta primera descarga y el

44 % finalmente logró RCE a lo largo de todo el período de reanimación ( $p < 0,01$ ).

La proporción de pacientes que alcanzaron la RCE aumentó con valores crecientes de EtCO<sub>2</sub> cuando se inició RCP por no sanitarios antes de la llegada de los Servicios de Emergencias. Para cada incremento de 10 mmHg de EtCO<sub>2</sub> en este grupo, la proporción de pacientes que lograron RCE se duplicó hasta llegar a una meseta para EtCO<sub>2</sub> de 30-39 mmHg. Por el contrario, la probabilidad de una desfibrilación exitosa se mantuvo relativamente sin cambios en todos los grupos de EtCO<sub>2</sub>  $\geq 20$  mmHg que no recibieron RCP por no sanitarios.

Cuando el análisis se limitó a pacientes con una frecuencia respiratoria de  $\leq 12$  respiraciones/minuto, se produjo un efecto meseta similar al observado entre pacientes sin RCP por no sanitarios, sin embargo, la proporción de pacientes con RCE fue mayor en el grupo de EtCO<sub>2</sub>  $\geq 40$  mmHg y que recibió RCP por parte de un no sanitario.

Según este estudio el valor óptimo de EtCO<sub>2</sub> previo a la primera descarga con o sin RCP por no sanitarios fue 27 y 32 mmHg respectivamente.

Para las descargas sucesivas (tras la primera descarga), solo un episodio de reaparición posterior de FV (OR = 2,87; IC = 1,31-6,32;  $p < 0,01$ ) y la administración previa de bicarbonato sódico (OR = 0,52; IC = 0,26-1,00;  $p = 0,05$ ) fueron predictores estadísticamente significativos de éxito de la descarga.

- **En el estudio de Frigerio (2021)**, se administraron 391 RCP a 112 pacientes, de las cuales 180 (46 %) tuvieron éxito y el 35 % de estas fueron seguidas de RCE (63/180).

Tanto AMSA con MEtCO<sub>2</sub> anteriores a la descarga tuvieron valores significativamente más altos antes de una descarga exitosa vs no exitosa [AMSA 10,8 (8,1-14,2) mV. Hz vs 6,9 (4,7-11,3) mV. Hz;  $p < 0,001$  y **MEtCO<sub>2</sub> 27,9 (21-37) mmHg vs 24 (17,2-33,0) mmHg;  $p = 0,008$** ] e incluso más antes de RCE [AMSA 13,3 (10,6-16,7) mV. Hz vs 8,4 (5,7-12,5) mV. Hz;  $p < 0,001$  y MEtCO<sub>2</sub> 29 (21,8-39,2) mmHg vs 25 (18,1-35,0) mmHg;  $p = 0,006$ ].

En el modelo de regresión multivariante se vio que tanto AMSA como MEtCO<sub>2</sub> previo a la descarga eran predictores inde-

pendientes del éxito de la descarga [AMSA: OR = 1,17, 95 %IC (1,10-1,30),  $p < 0,001$ ; MEtCO<sub>2</sub>: OR = 1,04, 95 % IC (1,03-1,08),  $p = 0,007$ ] y de RCE [AMSA: OR = 1,13, 95 %IC (1,06-1,20),  $p < 0,001$ ; MEtCO<sub>2</sub>: OR = 1,05, 95 % IC (1,00-1,09),  $p = 0,01$ ].

No se observó RCE para valores de MEtCO<sub>2</sub> inferiores a 10 mmHg y para valores de AMSA inferiores a 5 Mv.Hz.

Tanto AMSA como MEtCO<sub>2</sub> mostraron un buen poder de predicción del éxito de la descarga (en un modelo SVM). El AUC de 0,68 (0,65-0,72) y 0,59 (0,56-0,62) para AMSA y MEtCO<sub>2</sub> respectivamente, con una mejora adicional cuando se combinan, AUC 0,71 (0,68-0,75). Los resultados para la predicción de la RCE fueron similares; para AMSA AUC 0,74 (0,71-0,78), EtCO<sub>2</sub> AUC 0,56 (0,53-0,59) con mayor poder de predicción cuando se consideran juntos AUC 0,77 (0,73-0,80). Las diferencias entre modelos monoparamétricos y multiparamétricos (SVM) fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Correlación entre AMSA y EtCO<sub>2</sub>: Considerando el valor medio tanto de EtCO<sub>2</sub> como de AMSA para cada uno de los 112 pacientes se encontró un débil correlación y significancia estadística ( $\rho = 0,19$ ,  $p = 0,05$ ). La correlación fue moderada y significativa entre AMSA y MEtCO<sub>2</sub>, sólo en pacientes que lograron RCE ( $\rho = 0,33$ ,  $p = 0,03$ ) y no se encontró correlación entre las dos variables en ausencia de RCE ( $\rho = -0,04$ ,  $p = 0,07$ ).

AMSA se correlacionó inversamente con la duración de la reanimación ( $\rho = -0,34$ ,  $p < 0,001$ ), no se encontró correlación para EtCO<sub>2</sub> ( $\rho = -0,14$ ,  $p = 0,15$ ), Ni AMSA, ni MEtCO<sub>2</sub> se correlacionaron con la edad de la paciente ( $\rho = -0,13$ ,  $p = 0,18$  y  $\rho = -0,16$ ,  $p = 0,09$  respectivamente).

Este estudio no aporta datos de supervivencia.

El resumen de los datos de efectividad se muestra en la tabla 2.

**TABLA 2**  
**Descripción de desenlaces relacionados con la efectividad de la intervención**

Autor, año	N.º pacientes/ N.º descargas	Éxito desfibrilación (% descargas exitosas/total descargas)	- MEtCO <sub>2</sub> * (descargas exitosas/ fallidas) - EtCO <sub>2</sub> previo a descarga** - Valor medio EtCO <sub>2</sub> *** (descargas exitosas/fallidas) 1ª descarga	- MEtCO <sub>2</sub> (descargas exitosas/ fallidas) - Valor medio EtCO <sub>2</sub> ** (descargas exitosas/fallidas) - EtCO <sub>2</sub> previo a descarga*** Todas las descargas	RCE****	Supervi- vencia (%)	Desfibri- laciones fallidas
Chicote, 2019	214/514	196/514 <b>38,13%</b>	31 mmHg/25 mmHg (p<0,05)*	32/29 mmHg (p > 0,05)*	76 (214) <b>35,51%</b>	12%	318
Frigerio, 2021	112/391	180/391 <b>46%</b>	SIN DATOS	27,9 mmHg/24 mmHg (p < 0,008)*	63 (180) <b>35%</b>	SIN DA- TOS	211
Hubble, 2020	324/869	No hay da- tos	< 20 mmHg** 0,0% <sup>1</sup> 7,7% <sup>2</sup> 20-29 mmHg** 13,0% <sup>1</sup> 14,3% <sup>2</sup> 30-39 mmHg** 10,5% <sup>1</sup> 28,6% <sup>2</sup> ≥ 40 mmHg** 13,3% <sup>1</sup> 30,0% <sup>2</sup>	≤20 mmHg <b>50%**</b> >20-≤31 mmHg <b>65%**</b> >31 mmHg <b>80%**</b>	153/324 <b>47,2%</b>	<b>29%</b> al ingreso en hospi- tal  <b>11,1%</b> al alta hos- pitalaria	SIN DATOS
Savastano, 2017	62/207	130/207 <b>62,80%</b>	28 mmHg/21 mmHg (p<0,001)***	SIN DATOS	SIN DA- TOS	SIN DA- TOS	77

\* Mediana de EtCO<sub>2</sub>.

\*\* EtCO<sub>2</sub> previo a descarga.

\*\*\* Valor medio EtCO<sub>2</sub>.

\*\*\*\* Retorno de la circulación espontánea.

<sup>1</sup> Con RCP por no sanitarios.

<sup>2</sup> Sin RCP por no sanitarios.

## 5.2. Seguridad

La información referente a las advertencias, precauciones y efectos adversos están descritos en la ficha técnica de los fabricantes de la tecnología. A continuación, se enumeran las advertencias recogidas en algunas de las fichas técnicas<sup>32,33</sup> de los fabricantes de esta tecnología:

Las lecturas de CO<sub>2</sub> y el ritmo respiratorio pueden verse afectados por errores de aplicación de sensores, ciertas condiciones medioambientales y ciertas afecciones del paciente.

Las lecturas de EtCO<sub>2</sub> no siempre están estrechamente correlacionadas con los valores de gases sanguíneos, sobre todo en pacientes con una relación ventilación/perfusión reducida, como en caso de enfermedad cardiopulmonar, embolia pulmonar o con ventilación difícil.

El reflujo del contenido gástrico, moco, fluido de edema pulmonar o epinefrina endotraqueal introducidos en el detector pueden aumentar la resistencia de las vías aéreas y afectar a la ventilación. Si esto ocurriese, recomiendan desechar el accesorio.

La presencia de bebidas carbonatadas o antiácidos en el estómago pueden provocar lecturas capnográficas incorrectas.

Recomiendan no reutilizar las líneas de muestra de CO<sub>2</sub>. Cada línea está diseñada para su uso en un solo paciente.

En los trabajos revisados en este informe<sup>28-31</sup> no se han registrado efectos adversos con el uso de la técnica.

El principal riesgo clínico que podría repercutir en la seguridad del paciente es la toma incorrecta de decisiones por interpretación errónea de la monitorización capnográfica, hecho que se previene con la adecuada formación del personal sanitario.

## 6. Impacto económico

Sobre el impacto económico para los servicios de emergencia, hay que tener en cuenta que las compras de todo tipo de material o dispositivos en el SNS se realizan a través de concursos públicos en los cuales las empresas presentan diferentes ofertas, en la que el importe económico es variable.

El impacto económico final para el servicio de emergencias sería el sobrecoste en el gasto inventariable que supone el que los monitores desfibriladores incorporen la capnografía, además del gasto fungible de las líneas de capnografía de un solo uso por paciente.

En el informe de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Agencia Canadiense de ETS<sup>34</sup>, publicado en 2016, se realiza un análisis de coste efectividad relacionado con el uso de capnografía en la PCR en el ámbito extrahospitalario. Se encontró una evidencia limitada que permite evaluar la efectividad de la capnografía para monitorear pacientes adultos sometidos a RCP.

Para los pacientes del estudio de Chen<sup>35</sup> que aporta que experimentaron paros cardíacos extrahospitalarios, hubo evidencia de una mayor probabilidad de RCE y supervivencia del evento agudo para los pacientes monitorizados con capnografía. En el estudio de Phelan<sup>36</sup> para asegurar la correcta colocación del tubo frente a no monitorizar EtCO<sub>2</sub> en el ámbito hospitalario se encuentran tasas de supervivencia más altas.

Ningún estudio de pacientes pediátricos sometidos a RCP cumplió con los criterios de inclusión para la revisión clínica.

Para el grupo de pacientes adultos que requieren RCP extrahospitalaria, la capnografía mejoró la supervivencia a un coste mayor. La relación coste-efectividad incremental (ICER) fue de \$ 27,269 por vida salvada. Se encontró que los hallazgos económicos eran altamente sensibles a las tasas de mortalidad. Se realizó un análisis secundario utilizando las tasas de supervivencia más altas informadas en el estudio de Phelan descrito anteriormente en un entorno hospitalario, con lo que el ICER se redujo a \$ 4,910 por vida salvada.

Debido a la falta de evidencia encontrada en la revisión clínica para el uso de capnografía en pacientes pediátricos sometidos a RCP, no se pudo realizar una evaluación económica para esta población

En resumen, para los pacientes adultos sometidos a RCP, la revisión clínica encontró que la monitorización con capnografía se asoció con una mayor probabilidad de retorno de la circulación espontánea durante los

paros cardíacos extrahospitalarios mejorando las tasas de supervivencia. En la evaluación económica llevada a cabo se concluyó que la capnografía se asoció con tasas de supervivencia más altas, pero con un coste adicional.

Desgraciadamente no hemos encontrado estudios que evalúen coste-efectividad de la capnografía asociada a desfibrilación.

## 7. Impacto en la organización

Dado que el monitor/desfibrilador con capnografía de forma de onda se utiliza en las mismas unidades clínicas en las que se utiliza los monitores/desfibriladores sin capnografía no es previsible que la implementación de esta tecnología tenga un gran impacto en la organización.

## 8. Impacto ético, social, legal y político

No se han encontrado documentos que discutan los aspectos relacionados con el impacto ético, social, legal o político de esta tecnología emergente.

## 9. Propuestas de investigación e investigaciones en curso

Todas las publicaciones evaluadas coinciden en sus conclusiones en la utilización del EtCO<sub>2</sub> como un predictor del éxito de la desfibrilación aunque presentan limitaciones importantes: las pérdidas en la muestra original de paradas cardiorrespiratorias extrahospitalarias son muy importantes en todos los estudios y no siempre se han explicitado todas las causas aunque en todos hacen referencia a no tener cifra de EtCO<sub>2</sub> disponible en el momento de la descarga o la necesidad de seleccionar capnogramas que no estuviesen artefactados por las compresiones torácicas.

Diferentes publicaciones describen la necesidad de investigación en el desarrollo de algoritmos para depurar los artefactos de las compresiones torácicas en las tasas de ventilación y en el capnograma que podrían integrarse como un software en el monitor/desfibrilador. De esa forma tanto el capnograma como la capnometría podrían ofrecer datos más fiables <sup>37, 38, 39</sup>.

Las propuestas de investigación futura deberían, por una parte, seguir en la línea de desarrollar algoritmos que estuviesen integrados en el software del monitor/desfibrilador con capnografía en forma de onda para eliminar artefactos y así proporcionar datos fiables y reproducibles; y por otra, estudios prospectivos bien diseñados que tengan como variable principal el EtCO<sub>2</sub> como predictor del éxito de desfibrilación.

En este momento no hay registrado ningún estudio en bases de datos de ensayos clínicos que tenga como hipótesis el uso de la capnografía como predictor de éxito de desfibrilación en parada cardiorrespiratoria en el ámbito extrahospitalario. Es preciso desarrollar estudios prospectivos con grupo comparador que respondan esta pregunta.

# 10. Bibliografía

1. Soar J, Böttiger BW, Carli P et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation* 2021;161:115-151.
2. Soar J, Callaway CW, Aibiki M, Böttiger BW, Brooks SC, Deakin CD, Donnino MW, Drajer S, Kloeck W, Morley PT, Morrison LJ, Neumar RW, Nicholson TC, Nolan JP, Okada K, O'Neil BJ, Paiva EF, Parr MJ, Wang TL, Witt J; Advanced Life Support Chapter Collaborators. Part 4: Advanced life support: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation*. 2015 Oct; 95:e71-120. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.042. Epub 2015 Oct 15. PMID: 26477429.
3. Highlights from the update to the 2020 AHA guidelines for CPR and ECC2020. American Heart Association.
4. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, Van de Voorde P, Madar J, Zideman D, Mentzelopoulos S, Bossaert L, Greif R, Monsieurs K, Svavarsdóttir H, Nolan JP; European Resuscitation Council Guideline Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. 2021 Apr;161:1-60. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.003. Epub 2021 Mar 24. Erratum in: *Resuscitation*. 2021 May 4;163:97-98. PMID: 33773824.
5. Kremeier P, Böhm SH, Tusman G. Clinical use of volumetric capnography in mechanical ventilated patients. *J Clin Monit Comput* 2020;34:7-16.
6. Díez-Picazo L, Barrado Muñoz L, Blanco-Hermo P, Barroso-Matilla S, Espinosa Ramírez S. La capnografía en los servicios de emergencia médica. *SEMERGEN*. 2009;35(3):138-439
7. Sandroni C, De Santis P, D'Arrigo S. Capnography during cardiac arrest. *Resuscitation* 2018;132:73-77.
8. Williams E, Dassios T, O'Reilly N et al. End-tidal capnography monitoring in infants ventilated on neonatal intensive care unit. *J Perinatol* 2021;41:1718-1724.
9. Nodal Leyva P.E., López Héctor J.G., de La Llera Domínguez G. Paro cardiorrespiratorio (PCR). Etiología. Diagnóstico. Tratamiento. *Rev Cubana Cir* 2006; 45 (3-4).

10. Ballesteros-Peña S., Abecia-Inchaurregui L.C., Echevarría-Orella E. Factores asociados a la mortalidad extrahospitalaria de las paradas cardiorrespiratorias atendidas por unidades de soporte vital básico en el País Vasco. *Revista Española de Cardiología*, 2013. Vol 66(4), p. 269-274.
11. Hormeño Bermejo RM, Cordero Torres JA, Garcés Ibáñez G, Escobar AE, Santos García AJ, Fernández de Aguilar JA. Análisis de la asistencia a la parada cardiorrespiratoria por una Unidad Medicalizada de Emergencias. *Atón Primaria*. 2011 julio; 43(7):369-76.
12. Machado F, Niggemeyer A., Albornoz H. Paro cardíaco extrahospitalario en el departamento de Maldonado, Uruguay: análisis de cinco años. *Rev. Méd. Urug.* 2013;29(3):158-164.
13. Lara B, Valdés M.J, Saavedra R., Vargas J, Chuecas J, Opazo C. et al. Paro cardiorrespiratorio extrahospitalario. Realidad de un hospital terciario chileno. *Rev. méd. Chile.* 2017;145(10):1308-1311.
14. Puñal-Riobóo J, Baños Álvarez E, Varela Lema L, Castillo Muñoz MA, Atienza Merino G, Ubago Pérez R, Triñanes Pego Y, Molina López T y López García M en representación del Grupo de trabajo de la Guía para la Elaboración y Adaptación de Informes Rápidos de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. Guía para la elaboración y adaptación de informes rápidos de evaluación de tecnologías sanitarias. Agencia Gallega para la Gestión del Conocimiento en Salud, Unidad de Asesoramiento Científico-técnico, avalia-t; Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2016.
15. Gudipati CV, Weil MH, Bisera J, Deshmukh HG, Rackow EC. Expired carbon dioxide: a noninvasive monitor of cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 1988 Jan;77(1):234-9. doi: 10.1161/01.cir.77.1.234. PMID: 3121209.
16. Pokorná M, Necas E, Kratochvíl J, Skripský R, Andrlík M, Franek O. A sudden increase in partial pressure end-tidal carbon dioxide (P(ET) CO(2)) at the moment of return of spontaneous circulation. *J Emerg Med*. 2010 Jun;38(5):614-21. doi: 10.1016/j.jemermed.2009.04.064. Epub 2009 Jul 1. PMID: 19570645.
17. Well MH, Bisera J, Trevino RP, et al. Cardiac output and end-tidal carbón dioxide. *Crit Care Med* 1985;13:9079.
18. Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, et al. Leaning during chest compression impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Crit Carte Med*. 2010;38:1141-6.

19. Shibutani K, Muraoka M, Shirasaki S, et al. Do changes in end-tidal PCO<sub>2</sub> quantitatively reflect changes in cardiac output? *Anesth Analg* 1994;79:829-33.
20. Diez-Picazo LD, Barroso Matilla S, Chico Córdoba R et al. La monitorización capnográfica en la parada cardíaca extrahospitalaria. *Emergencias* 2010;22:345-348.
21. Kodali BS, Urman RD. Capnography during cardiopulmonary resuscitation: current evidence and future directions. *J Emerg Trauma Shock*. 2014 Oct;7(4):332-40.
22. Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tomte O, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. *Resuscitation* 2013;84:1203-7.
23. Gräsner JT, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J, et al. EuReCa ONE-27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*. 2016 Aug;105:188-95. doi: 10.1016/j.resuscitation.2016.06.004. Epub 2016 Jun 16. Erratum in: *Resuscitation*. 2016 Dec;109 :145-146. PMID: 27321577.
24. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation*. 1997 Nov 18;96(10):3308-13. doi: 10.1161/01.cir.96.10.3308. PMID: 9396421.
25. Choi HJ, Nguyen T, Park KS, Cha KC, Kim H, Lee KH, Hwang SO. Effect of cardiopulmonary resuscitation on restoration of myocardial ATP in prolonged ventricular fibrillation. *Resuscitation*. 2013 Jan;84(1):108-13. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.06.006. Epub 2012 Jun 19. PMID: 22727945.
26. Eftestøl T, Wik L, Sunde K, Steen PA. Effects of cardiopulmonary resuscitation on predictors of ventricular fibrillation defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2004 Jul 6;110(1):10-5. doi: 10.1161/01.CIR.0000133323.15565.75. Epub 2004 Jun 21. PMID: 15210599.
27. Weaver WD, Cobb LA, Dennis D, Ray R, Hallstrom AP, Copass MK. Amplitude of ventricular fibrillation waveform and outcome after cardiac arrest. *Ann Intern Med*. 1985 Jan;102(1):53-5. doi: 10.7326/0003-4819-102-1-53. PMID: 3966746.
28. Hubble M.W., Van Vleet L., Taylor S., Bachman M., Williams J.G., Vipperman R., Renkiewicz G.K. Predictive Utility of End-Tidal Car-

- bon Dioxide on Defibrillation Success in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehospital Emergency Care* 2020 (1-13). <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1828518>.
29. Frigerio L., Baldi E., Aramendi E., Chicote B., Irusta U. et al. End-tidal carbon dioxide (ETCO<sub>2</sub>) and ventricular fibrillation amplitude spectral area (AMSA) for shock outcome prediction in out-of-hospital cardiac arrest. Are they two sides of the same coin?. *Resuscitation* (2021) 160 (142-149). <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.10.032>.
  30. Savastano S., Baldi E., Raimondi M., Palo A. et al. End-tidal carbón dioxide and defibrillation success in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 121(2017) 71-75. doi: 10.1016/j.resuscitation.2019.02.028.
  31. Chicote B., Aramendi E., Irusta U., Owens P., Daya M., Idris A. Value of capnography to predict defibrillation success in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* (2019) 138 (74-81). doi: 10.1016/j.resuscitation.2019.02.028.
  32. <https://www.philips.es/>
  33. <https://www.physio-control.com>
  34. Richardson M, Moulton K, Rabb D, Kindopp S, Pish T, Yan C, Akpınar I, Tsoi B, Chuck A. Capnography for Monitoring End-Tidal CO<sub>2</sub> in Hospital and Pre-hospital Settings: A Health Technology Assessment [Internet]. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016 Mar. PMID: 27227208.
  35. Chen JJ, Lee YK, Hou SW, Huang MY, Hsu CY, Su YC. End-tidal carbon dioxide monitoring may be associated with a higher possibility of return of spontaneous circulation during out-of-hospital cardiac arrest: a population-based study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2015 Nov 24;23:104. doi: 10.1186/s13049-015-0187-y. PMID: 26597847; PMCID: PMC4657353.
  36. Phelan MP, Ornato JP, Peberdy MA, Hustey FM; American Heart Association's Get With The Guidelines-Resuscitation Investigators. Appropriate documentation of confirmation of endotracheal tube position and relationship to patient outcome from in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2013 Jan;84(1):31-6. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.08.329. Epub 2012 Sep 1. PMID: 22947260.
  37. Leturiondo M., De Gauna S.R., Ruiz J., Gutierrez J.J., Leturiondo L.A., Bastida J.M., Daya M. Reliability of ventilation guidance using

capnography during ongoing chest compressions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* (2017) 118 Supplement 1 (e18-e19). Date of Publication: 1 Sep 2017. doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.08.055

38. Aramendi E, Elola A, Alonso E, Irusta U, Daya M, Russell JK, Hubner P, Sterz F. Feasibility of the capnogram to monitor ventilation rate during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2017 Jan;110:162-168. doi: 10.1016/j.resuscitation.2016.08.033. Epub 2016 Sep 23. PMID: 27670357.
39. Alonso E, Ruiz J, Aramendi E, González-Otero D, Ruiz de Gauna S, Ayala U, Russell JK, Daya M. Reliability and accuracy of the thoracic impedance signal for measuring cardiopulmonary resuscitation quality metrics. *Resuscitation*. 2015 Mar;88:28-34. doi: 10.1016/j.resuscitation.2014.11.027. Epub 2014 Dec 15. PMID: 25524362.
40. EUnetHTA JA3WP6B2-2 Authoring Team. Process of information retrieval for systematic reviews and health technology assessments on clinical effectiveness. *Methodological Guidelines*. Diemen (The Netherlands): EUnetHTA; 2019. Available from <https://www.eunethta.eu/>.
41. <https://jbi.global/critical-appraisal-tools>

# 11. Anexos

## Anexo 1

### Metodología empleada para la realización del informe

#### 1.1. Búsqueda y selección de la Bibliografía

##### 1.1.1. CRITERIOS DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE TIPOS DE ESTUDIOS

Las estrategias de búsqueda fueron definidas partiendo del objetivo de identificar la eficacia y seguridad del uso de capnografía integrada en un monitor/desfibrilador para la RCP extrahospitalaria.

Después de una búsqueda inicial, las estrategias de identificación fueron sometidas a filtros, según los tipos de publicación de forma ordenada de acuerdo con la siguiente jerarquía: revisiones sistemáticas, ensayos clínicos controlados, estudios observacionales con grupo comparador y series de casos cuyo efectivo fuese mayor de 5 pacientes, excluyéndose específicamente case-reports y artículos de opinión y revisiones.

Posteriormente se realizó una búsqueda manual dentro de la bibliografía citada en los artículos y una búsqueda de citas cruzadas y citas referidas con el objeto de recuperar estudios no localizados en las búsquedas automatizadas.

Finalmente se pidió al colaborador clínico que validase las búsquedas realizadas y además aportase las referencias que creyese oportunas y que no hubiesen aparecido en la búsqueda.

##### 1.1.2. FUENTES

Las búsquedas bibliográficas se cerraron el 31 de mayo de 2021 y fueron realizadas en las siguientes bases de datos:

Medline accedida a través de Ovid.

Embase.

Cochrane Library:

Cochrane Database of Systematic Reviews – CDSR.

Cochrane Central Database of Controlled Trials – CENTRAL.

WOS

Otras fuentes:

Guíasalud.

Agency for Healthcare Research and Quality.

GIN.

NICE.

SIGN.

Australian Clinical Practice Guideline.

CPG Infobase (CMA).

### **1.1.3. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA Y RESULTADO**

Las estrategias de búsqueda se describen con detalle en el Anexo 2, en los apartados 1 y 2. Estas búsquedas se efectuaron según los criterios definidos por EUnetHTA<sup>40</sup>.

Los trabajos identificados, una vez eliminados los duplicados, se muestran en el apartado 3. Todos ellos fueron sometidos a un proceso de selección en dos fases: una primera mediante la lectura de título y resumen, aquellos que pasaron esta primera selección fueron leídos a texto completo. Aquellos trabajos que no eran pertinentes o apropiados para la elaboración de este informe fueron excluidos. Los trabajos excluidos tras la lectura a texto completo y las causas de su exclusión se presentan en la tabla del apartado 4. Los trabajos seleccionados para la elaboración de los resultados de este informe se muestran en el apartado 5. Este proceso está resumido en el diagrama de flujo del apartado 6.

El proceso de selección de los trabajos se realizó de forma independiente por dos autores. En el caso de no existir coincidencia se resolvieron las discrepancias por consenso.

#### **1.1.4. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE SESGO**

El riesgo de sesgo se valoró mediante la desarrollada por el Joanna Briggs Institute<sup>41</sup> para la evaluación de estudios observacionales sin grupo comparador dado que todos los trabajos identificados corresponden a este tipo de diseño. La valoración del riesgo de sesgo fue realizada por dos investigadores de forma ciega e independiente, en caso de discrepancias, se solicitó la participación de un tercer evaluador y las discrepancias fueron resueltas por consenso de los tres. El cuestionario utilizado se muestra en el anexo 3.2.

#### **1.1.5. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN Y SÍNTESIS DE DATOS**

La extracción y síntesis de información relevante de los estudios incluidos, se realizó por dos técnicos, siguiendo una metodología sistemática, y a través de formularios de extracción de datos específicos que incluyeron información general y específica de cada estudio, así como las variables y resultados más relevantes. Estos datos se volcaron en tablas diseñadas específicamente para este informe y que se incluyen en el apartado de resultado.

# Anexo 2

## Búsqueda bibliográfica

El proceso de búsqueda bibliográfica y el resultado de esta se resumen en la siguiente tabla:

**TABLA 3**  
**Resultados de la búsqueda bibliográfica**

Base de datos	Fecha de inicio	Fecha de cierre	Trabajos (n)
MEDLINE	1 de enero de 2000	31 de mayo de 2021	40
EMBASE	1 de enero de 2000	31 de mayo de 2021	36
Cochrane Library	1 de enero de 2000	31 de mayo de 2021	1
WOS	1 de enero de 2000	31 de mayo de 2021	6
Búsqueda secundaria y búsqueda en otras fuentes	1 de enero de 2000	31 de mayo de 2021	9
Total de trabajos identificados			92
Duplicados			22
<b>Total de trabajos incluidos en resultados (duplicados excluidos)</b>			<b>70</b>

Como resultado de la búsqueda en las bases de datos referenciales Medline, Cochrane Lybrary, Embase y Web of Science, se localizaron inicialmente 92 referencias bibliográficas, 70 una vez eliminados los duplicados.

### 2.1. Estrategia de búsqueda en bases de datos bibliográficas

Base de datos: Medline. Ovid		
Búsqueda	Consulta	Resultados
1	exp Cardiopulmonary Resuscitation/	19.153
2	Cardiopulmonary resuscitation.tw.	15.451
3	Cardiac life support.tw.	1.124

Base de datos: Medline. Ovid		
Búsqueda	Consulta	Resultados
4	CPR.tw.	13.089
5	exp Heart Arrest/	50.125
6	((cardiac or heart or cardiopulmonary) adj2 arrest).tw.	38.591
7	or/1-6	82.365
8	Out-of-Hospital Cardiac Arrest/	4.950
9	Out-of-Hospital.tw.	11.379
10	or/8-9	12.799
11	7 and 10	9.079
12	Capnography/	1.434
13	"Capnograph*".tw,kw.	2.167
14	or/12-13	2.744
15	Defibrillators/	1.937
16	"Defibrillat*".tw.	27.243
17	Carbon Dioxide/	89.677
18	CARBON DIOXIDE.tw.	51.123
19	"End-tidal CO2".tw.	2.617
20	"End-tidal CO".tw.	558
21	"End-Tidal Carbon Dioxide".tw.	2.515
22	"etCO*".tw.	1.674
23	or/15-22	147.925
24	14 and 23	1.454
25	11 and 24	48
26	limit 25 to (yr="2000-Current" and (english or french or spanish))	40

### Base de datos: Embase

Búsqueda	Consulta	Resultados
1	#15 #14 AND ('clinical study'/de OR 'clinical trial topic'/de OR 'cohort analysis'/de OR 'comparative study'/de OR 'controlled clinical trial'/de OR 'controlled study'/de OR 'major clinical study'/de OR 'multi-center study'/de OR 'multicenter study topic'/de OR 'observational study'/de OR 'pilot study'/de OR 'randomized controlled trial topic'/de OR 'retrospective study'/de OR 'systematic review'/de OR 'systematic review topic'/de) AND ('article'/it OR 'article in press'/it OR 'review'/it)	36
2	#14 #5 AND #11 AND [2000-2021]/py AND ((english)/lim OR (french)/lim OR (spanish)/lim)	95
3	#13 #5 AND #11 AND [2000-2021]/py	95
4	#12 #5 AND #11	102
5	#11 #6 AND #10	4,301
6	#10 #7 OR #8 OR #9	242.162
7	#9 'end-tidal co?':ti,ab,kw OR etco?:ti,ab,kw	2.297
8	#8 'carbon dioxide'/exp OR 'co2':ti,ab,kw OR 'absorption, carbon dioxide':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide absorption':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide formation':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide insufflation':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide output':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide production':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide response':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide snow':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide therapy':ti,ab,kw OR 'carbonic acid gas':ti,ab,kw OR 'carbonic anhydride':ti,ab,kw OR 'carbonic dioxide':ti,ab,kw OR 'carbonic gas':ti,ab,kw OR 'carbonice':ti,ab,kw OR 'dry ice':ti,ab,kw OR 'kohlendioxid':ti,ab,kw OR 'kohlenstaure':ti,ab,kw OR 'end tidal carbon dioxide tension'/exp OR 'carbon dioxide, end tidal':ti,ab,kw OR 'end tidal carbon dioxide':ti,ab,kw OR 'end tidal carbon dioxide tension':ti,ab,kw OR 'end tidal pco2':ti,ab,kw	167.832
9	#7 'defibrillator'/exp OR 'cardioverter defibrillator':ti,ab,kw OR 'defibrillator':ti,ab,kw OR 'defibrillator, cardioverter':ti,ab,kw OR 'defibrillators':ti,ab,kw	74.185

<b>Base de datos: Embase</b>		
<b>Búsqueda</b>	<b>Consulta</b>	<b>Resultados</b>
10	#6 'capnometry'/exp OR 'co2 monitoring':ti,ab,kw OR 'co2 tension monitoring':ti,ab,kw OR 'capnogram':ti,ab,kw OR 'capnography':ti,ab,kw OR 'capnometry':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide measurement':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide monitoring':ti,ab,kw OR 'carbon dioxide tension monitoring':ti,ab,kw	8.524
11	#5 #3 AND #4	14.002
12	#4 #1 OR #2	232.961
13	#3 'out of hospital cardiac arrest'/exp OR 'ohca':ti,ab,kw OR 'out of hospital cardiac arrest':ti,ab,kw OR 'out of hospital cardiac arrests':ti,ab,kw OR 'out of hospital cardiopulmonary arrest':ti,ab,kw OR 'out of hospital cardiopulmonary arrests':ti,ab,kw OR 'out of hospital heart arrest':ti,ab,kw OR 'out-of-hospital cardiac arrest':ti,ab,kw	14.054
14	#2 'heart arrest'/exp OR 'arrest, heart':ti,ab,kw OR 'asystole':ti,ab,kw OR 'asystolia':ti,ab,kw OR 'asystoly':ti,ab,kw OR 'cardiac arrest':ti,ab,kw OR 'circulation arrest':ti,ab,kw OR 'circulatory arrest':ti,ab,kw OR 'heart arrest':ti,ab,kw OR 'heart arrest, induced':ti,ab,kw OR 'heart asystole':ti,ab,kw OR 'heart standstill':ti,ab,kw OR 'induced heart arrest':ti,ab,kw	122.997
15	#1 'resuscitation'/exp OR 'bystander cpr':ti,ab,kw OR 'bystander-initiated cpr':ti,ab,kw OR 'cardio pulmonary resuscitation':ti,ab,kw OR 'cardiopulmonary resuscitation':ti,ab,kw OR 'chest compression':ti,ab,kw OR 'reanimation':ti,ab,kw OR 'resuscitation':ti,ab,kw OR 'resuscitation orders':ti,ab,kw OR 'cardiac life support':ti,ab,kw	150.669

<b>Base de datos: WOS</b>		
<b>Búsqueda</b>	<b>Consulta</b>	<b>Resultados</b>
#1	'capnography' AND 'cardiac arrest' AND 'monitoring' AND 'defibrillator'	6

Base de datos: COCHRANE		
Búsqueda	Consulta	Resultados
#1	MeSH descriptor: [Cardiopulmonary Resuscitation] explode all trees	
#2	("Cardiopulmonary resuscitation"):ti,ab,kw	
#3	(Cardiac life support):ti,ab,kw	
#4	(CPR):ti,ab,kw	
#5	MeSH descriptor: [Heart Arrest] explode all trees	
#6	((heart OR cardiac OR cardiopulmonary) AND arrest):ti,ab,kw	
#7	{OR #1-#6}	
#8	MeSH descriptor: [Out-of-Hospital Cardiac Arrest] explode all trees	
#9	("Out-of-hospital" OR OHCA):ti,ab,kw	
#10	{OR #8-#9}	
#11	#7 AND #10	
#12	MeSH descriptor: [Capnography] explode all trees	
#13	(Capnograph*):ti,ab,kw	
#14	{OR #12-#13}	
#15	MeSH descriptor: [Defibrillators] explode all trees	
#16	(defibrillat*):ti,ab,kw	
#17	{OR #15-#16}	
#18	MeSH descriptor: [Carbon Dioxide] explode all trees	
#19	("Carbon dioxide"):ti,ab,kw	
#20	("end-tidal" NEAR/1 CO*):ti,ab,kw	
#21	(ETCO*):ti,ab,kw	
#22	{OR #18-#21}	
#23	#17 OR #22	
#24	#14 AND #23	
#25	#11 AND #24 con fecha de publicación en la Biblioteca Cochrane de Jan 2000 hasta hoy, en Revisiones Cochrane, Protocolos Cochrane, Ensayos	
		1

<b>Nombre</b>	Organizaciones que elaboran GPC: — Guíasalud. — Agency for Healthcare Research and Quality. — GIN. — NICE. — SIGN. — Australian Clinical Practice Guideline. — CPG Infobase (CMA).
<b>Fecha de búsqueda</b>	24/05/2021
<b>Estrategia</b>	En todos los casos se ha utilizado el término truncado: 'capnogra**'
<b>Fichero</b>	n/a
<b>Resultados</b>	0 resultados

## 2.2. Estudios identificados en búsqueda en otras fuentes (9)

- Kramer-Johansen J, Eilevstjønn J, Olasveengen TM, Tomlinson AE, Dorph E, Steen PA. Transthoracic impedance changes as a tool to detect malpositioned tracheal tubes. *Resuscitation*. 2008 Jan;76(1):11-6. doi: 10.1016/j.resuscitation.2007.07.021. Epub 2007 Aug 23. PMID: 17719166.
- Whitaker DK. Time for capnography - everywhere. *Anaesthesia*. 2011 Jul;66(7):544-9. doi: 10.1111/j.1365-2044.2011.06793.x. Epub 2011 May 31. PMID: 21627625.
- Macedo AC, Martins LC, Paschoal IA, Ovalle CC, Araújo S, Moreira MM. PetCO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub> and CorPP Values in the Successful Prediction of the Return of Spontaneous Circulation: An Experimental Study on Unassisted Induced Cardiopulmonary Arrest. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2016 Nov-Dec;31(6):468-473. doi: 10.5935/1678-9741.20160093. PMID: 28076627; PMCID: PMC5407142.
- Hamrick JL, Hamrick JT, Lee JK, Lee BH, Koehler RC, Shaffner DH. Efficacy of chest compressions directed by end-tidal CO<sub>2</sub> feedback in a pediatric resuscitation model of basic life support. *J Am Heart Assoc*. 2014 Apr 14;3(2):e000450. doi: 10.1161/JAHA.113.000450. PMID: 24732917; PMCID: PMC4187472. Paranjpe J.S. An update on Cardio-pulmonary resuscitation. *Pravara Medical Review* (2012) 4:3 (11-18).
- Hunyadi-Anticević S, Colak Z, Funtak IL, Lukić A, Filipović-Grcić B, Tomljanović B, Kniewald H, Protić A, Pandak T, Poljaković Z, Canadija M. [European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2010].

- Hunyadi-Antičević S, Protić A, Patrk J, Filipović-Grčić B, Puljević D, Majhen-Ujević R, Hadžibegović I, Pandak T, Teufel N, Bartoniček D, Čanađija M, Lulić D, Radulović B. *Lijec Vjesn.* 2016 Nov-Dec. [EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL GUIDELINES FOR RESUSCITATION 2015].
- Merchant R.M., Topjian A.A., Panchal A.R., Cheng A., Aziz K., Berg K.M., Lavonas E.J., Magid D.J., Part 1: Executive Summary. 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2020;142(suppl 2):S337–S357. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000918.
- G.D. Perkins, et al., European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation (2021).* Vol 161, p 1-60.

## 2.3. Estudios identificados excluidos los duplicados (58)

- Yilmaz G, Silcan M, Serin S, Caglar B, Erarslan O, Parlak I. A comparison of carotid doppler ultrasonography and capnography in evaluating the efficacy of CPR. *Am J Emerg Med.* 2018;36(9):1545-9.
- Pantazopoulos C, Xanthos T, Pantazopoulos I, Papalois A, Kouskouni E, Iacovidou N. A Review of Carbon Dioxide Monitoring During Adult Cardiopulmonary Resuscitation. *Heart Lung Circ.* 2015;24(11):1053-61.
- Pokorna M, Necas E, Kratochvil J, Skripsky R, Andrlik M, Franek O. A sudden increase in partial pressure end-tidal carbon dioxide (P(ET)CO(2)) at the moment of return of spontaneous circulation. *J Emerg Med.* 2010;38(5):614-21.
- Hwang WS, Park JS, Kim SJ, Hong YS, Moon SW, Lee SW. A system-wide approach from the community to the hospital for improving neurologic outcomes in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Eur J Emerg Med.* 2017;24(2):87-95.
- Lui CT, Poon KM, Tsui KL. Abrupt rise of end tidal carbon dioxide level was a specific but non-sensitive marker of return of spontaneous circulation in-patient with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2016;104(Lui C.T., ectlui@yahoo.com.hk; Tsui K.L.) Tuen Mun Hospital, Hong Kong):53-8.
- Gutierrez JJ, Leturiondo M, Ruiz de Gauna S, Ruiz JM, Azcarate I, Gonzalez-Otero DM, et al. Assessment of the evolution of end-tidal carbon dioxide within chest compression pauses to detect restoration of spontaneous circulation. *PLoS ONE.* 2021;16(5):e0251511.

- Murphy RA, Bobrow BJ, Spaite DW, Hu C, McDannold R, Vadeboncoeur TF. Association between Prehospital CPR Quality and End-Tidal Carbon Dioxide Levels in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehosp Emerg Care*. 2016;20(3):369-77.
- Sandroni C, De Santis P, D'Arrigo S. Capnography during cardiac arrest. *Resuscitation*. 2018;132(r8q, 0332173):73-7.
- Elola A, Aramendi E, Irusta U, Alonso E, Lu Y, Chang MP, et al. Capnography: A support tool for the detection of return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2019;142(r8q, 0332173):153-61.
- Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tomte O, Skälhegg T, Sorensen O, Sunde K, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. *Resuscitation*. 2013;84(9):1203-7.
- Grmec S, Klemen P. Does the end-tidal carbon dioxide (EtCO<sub>2</sub>) concentration have prognostic value during out-of-hospital cardiac arrest?. *Eur J Emerg Med*. 2001;8(4):263-9.
- Ozturk F, Parlak I, Yolcu S, Tomruk O, Erdur B, Kilicaslan R, et al. Effect of End-Tidal Carbon Dioxide Measurement on Resuscitation Efficiency and Termination of Resuscitation. *Turk J Emerg Med*. 2014;14(1):25-31.
- Pokorna M, Andrlik M, Necas E. End tidal CO<sub>2</sub> monitoring in condition of constant ventilation: a useful guide during advanced cardiac life support. *Prague Med Rep*. 2006;107(3):317-26.
- Chen J-J, Lee Y-K, Hou S-W, Huang M-Y, Hsu C-Y, Su Y-C. End-tidal carbon dioxide monitoring may be associated with a higher possibility of return of spontaneous circulation during out-of-hospital cardiac arrest: a population-based study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2015;23(101477511):104.
- Ruiz de Gauna S, Leturiondo M, Gutierrez JJ, Ruiz JM, Gonzalez-Otero DM, Russell JK, et al. Enhancement of capnogram waveform in the presence of chest compression artefact during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2018;133(r8q, 0332173):53-8.
- Gutierrez JJ, Leturiondo M, Ruiz de Gauna S, Ruiz JM, Leturiondo LA, Gonzalez-Otero DM, et al. Enhancing ventilation detection during cardiopulmonary resuscitation by filtering chest compression artifact from the capnography waveform. *PLoS ONE*. 2018;13(8):e0201565.
- Heradstveit BE, Sunde K, Sunde G-A, Wentzel-Larsen T, Heltne J-K. Factors complicating interpretation of capnography during advanced life support

in cardiac arrest--a clinical retrospective study in 575 patients. *Resuscitation*. 2012;83(7):813-8.

- Brede JR, Lafrenz T, Klepstad P, Skjaereth EA, Nordseth T, Sovik E, et al. Feasibility of Pre-Hospital Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta in Non-Traumatic Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(22):e014394.
- Aramendi E, Elola A, Alonso E, Irusta U, Daya M, Russell JK, et al. Feasibility of the capnogram to monitor ventilation rate during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2017;110(r8q, 0332173):162-8.
- Prosen G, Krizmaric 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.
- Leturiondo M, Ruiz de Gauna S, Ruiz JM, Julio Gutierrez J, Leturiondo LA, Gonzalez-Otero DM, et al. Influence of chest compression artefact on capnogram-based ventilation detection during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2018;124(r8q, 0332173):63-8.
- Poppe M, Stratil P, Clodi C, Schriebl C, Nurnberger A, Magnet I, et al. Initial end-tidal carbon dioxide as a predictive factor for return of spontaneous circulation in nonshockable out-of-hospital cardiac arrest patients: A retrospective observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2019;36(7):524-30.
- Wang A-Y, Huang C-H, Chang W-T, Tsai M-S, Wang C-H, Chen W-J. Initial end-tidal CO<sub>2</sub> partial pressure predicts outcomes of in-hospital cardiac arrest. *Am J Emerg Med*. 2016;34(12):2367-71.
- Javaudin F, Her S, Le Bastard Q, De Carvalho H, Le Conte P, Baert V, et al. Maximum Value of End-Tidal Carbon Dioxide Concentrations during Resuscitation as an Indicator of Return of Spontaneous Circulation in out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehosp Emerg Care*. 2020;24(4):478-84.
- Axelsson C, Karlsson T, Axelsson AB, Herlitz J. Mechanical active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation (ACD-CPR) versus manual CPR according to pressure of end tidal carbon dioxide (P(ET)CO<sub>2</sub>) during CPR in out-of-hospital cardiac arrest (OHCA). *Resuscitation*. 2009;80(10):1099-103.
- Gutierrez JJ, Ruiz JM, Ruiz de Gauna S, Gonzalez-Otero DM, Leturiondo M, Russell JK, et al. Modeling the impact of ventilations on the capnogram in out-of-hospital cardiac arrest. *PLoS ONE*. 2020;15(2):e0228395.

- White RD, Goodman BW, Svoboda MA. Neurologic recovery following prolonged out-of-hospital cardiac arrest with resuscitation guided by continuous capnography. *Mayo Clin Proc.* 2011;86(6):544-8.
- van Schuppen H, Boomars R, Kooij FO, den Tex P, Koster RW, Hollmann MW. Optimizing airway management and ventilation during prehospital advanced life support in out-of-hospital cardiac arrest: A narrative review. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2021;35(1):67-82.
- Krep H, Mamier M, Breil M, Heister U, Fischer M, Hoeft A. Out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with the AutoPulse system: a prospective observational study with a new load-distributing band chest compression device. *Resuscitation.* 2007;73(1):86-95.
- Brinkrolf P, Borowski M, Metelmann C, Lukas R-P, Pidde-Kullenberg L, Bohn A. Predicting ROSC in out-of-hospital cardiac arrest using expiratory carbon dioxide concentration: Is trend-detection instead of absolute threshold values the key?. *Resuscitation.* 2018;122(r8q, 0332173):19-24
- Hubble MW, Van Vleet L, Taylor S, Bachman M, Williams JG, Vipperman R, et al. Predictive Utility of End-Tidal Carbon Dioxide on Defibrillation Success in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehosp Emerg Care.* 2020;(Hubble M.W.; Renkiewicz G.K.) Department of Emergency Medical Science, Wake Technical Community College, Raleigh, NC, United States):1-13.
- Calbay A, Cakir Z, Bayramoglu A. Prognostic value of blood gas parameters and end-tidal carbon dioxide values in out-of-hospital cardiopulmonary arrest patients. *TURK J MED SCI.* 2019;49(5):1298-302.
- Poon KM, Lui CT, Tsui KL. Prognostication of out-of-hospital cardiac arrest patients by 3-min end-tidal capnometry level in emergency department. *Resuscitation.* 2016;102(r8q, 0332173):80-4.
- Sheak KR, Wiebe DJ, Leary M, Babaeizadeh S, Yuen TC, Zive D, et al. Quantitative relationship between end-tidal carbon dioxide and CPR quality during both in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2015;89(r8q, 0332173):149-54.
- Fernandez-Gallego V, Hernandez Herrera G, Moreno Arciniegas A, Moreno Rolando E. Refractory ventricular fibrillation during flight. *An Sist Sanit Navar.* 2016;39(3):453-6.
- Silvestri S, Ralls GA, Krauss B, Thundiyil J, Rothrock SG, Senn A, et al. The effectiveness of out-of-hospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubation within a regional emergency medical services system. *Ann Emerg Med.* 2005;45(5):497-503.

- Caro-Alonso PA, Rodriguez-Martin B. [The end-tidal carbon dioxide as an early sign and predictor of the return of spontaneous circulation during out-of-hospital cardiac arrest. A systematic review.]. *Rev Esp Salud Publica*. 2021;95(cia, 9600212).
- Paiva EF, Paxton JH, O’Neil BJ. The use of end-tidal carbon dioxide (ETCO<sub>2</sub>) measurement to guide management of cardiac arrest: A systematic review. *Resuscitation*. 2018;123(r8q, 0332173):1-7.
- Chicote B, Aramendi E, Irusta U, Owens P, Daya M, Idris A. Value of capnography to predict defibrillation success in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2019;138(r8q, 0332173):74-81.
- Hansen M, White L, Whitmore G, Lin A, Walker R. Vital sign monitoring during out-of-hospital pediatric advanced airway management. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2020;1(6):1571-7.
- Jaureguibeitia X, Irusta U, Aramendi E, Owens PC, Wang HE, Idris AH. Automatic Detection of Ventilations during Mechanical Cardiopulmonary Resuscitation. *IEEE J Biomedical Health Informat*. 2020;24(9):2580-8.
- Leturiondo M, Ruiz de Gauna S, Gutiérrez JJ, Alonso D, Corcuera C, Urtusagasti JF, et al. Chest compressions induce errors in end-tidal carbon dioxide measurement. *Resuscitation*. 2020;153((Leturiondo M., mikel.leturiondo@ehu.eus; Ruiz de Gauna S.; Gutiérrez J.J.; González-Otero D.M.; Ruiz J.M.) University of the Basque Country, UPV/EHU, Bilbao, Bizkaia, Spain):195-201.
- Greif R, Bhanji F, Bigham BL, Bray J, Breckwoldt J, Cheng A, et al. Education, implementation, and teams. *Circulation*. 2020;142(1):S222-83.
- Davis DP, Sell RE, Wilkes N, Sarno R, Husa RD, Castillo EM, et al. Electrical and mechanical recovery of cardiac function following out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2013;84(1):25-30.
- Frigerio L, Baldi E, Aramendi E, Chicote B, Irusta U, Contri E, et al. End-tidal carbon dioxide (ETCO<sub>2</sub>) and ventricular fibrillation amplitude spectral area (AMSA) for shock outcome prediction in out-of-hospital cardiac arrest. Are they two sides of the same coin? *Resuscitation*. 2021;160((Frigerio L.; Compagnoni S.; Fracchia R.; Oltrona Visconti L.; Savastano S., s.savastano@smatteo.pv.it) Division of Cardiology, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia, Italy):142-9.
- Grieco DL, Brochard LJ, Drouet A, Telias I, Delisle S, Bronchti G, et al. Intrathoracic airway closure impacts CO<sub>2</sub> signal and delivered ventilation during cardiopulmonary resuscitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;199(6):728-37.

- Crewdson K, Nolan JP. Management of the trauma airway. *Trauma (GBR)*. 2011;13(3):221-32.
- Elola A, Aramendi E, Irusta U, Berve PO, Wik L. Multimodal algorithms for the classification of circulation states during out-of-hospital cardiac arrest. *IEEE Trans Biomed Eng [Internet]*. 2020;PP((Elola A.; Aramendi E.; Irusta U.; Berve P.O.; Wik L.)).
- Alonso E, Ruiz J, Aramendi E, González-Otero D, Ruiz de Gauna S, Ayala U, et al. Reliability and accuracy of the thoracic impedance signal for measuring cardiopulmonary resuscitation quality metrics. *Resuscitation*. 2015;88((Alonso E., erik\_alonso@ehu.es; Ruiz J.; Aramendi E.; González-Otero D.; Ruiz de Gauna S.; Ayala U.)) Communications Engineering Department, University of the Basque Country UPV/EHU, Alameda Urquijo S/N, Bilbao, Spain):28-34.
- Reyner K, Heffner AC, Garvey JL, Tayal VS. Successful use of intra-arrest thrombolysis for electrical storm due to acute myocardial infarction. *Am J Emerg Med*. 2015;33(7):990.e5-990.e8.
- Cereceda-Sánchez FJ, Molina-Mula J. Systematic review of capnography with mask ventilation during cardiopulmonary resuscitation maneuvers. *J Clin Med [Internet]*. 2019;8(3).
- Ruiz de Gauna S, Gutiérrez JJ, Ruiz J, Leturiondo M, Azcarate I, González-Otero DM, et al. The impact of ventilation rate on end-tidal carbon dioxide level during manual cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2020;156((Ruiz de Gauna S., sofia.ruizdegauna@ehu.eus; Gutiérrez J.J.; Ruiz J.; Leturiondo M.; Azcarate I.; González-Otero D.M.)) University of the Basque Country, UPV/EHU, Bilbao, Bizkaia, Spain):215-22.
- Hibberd O, Hazlerigg A, Cocker PJ, Wilson AW, Berry N, Harris T. The PaCO<sub>2</sub>-ETCO<sub>2</sub> gradient in pre-hospital intubations of all aetiologies from a single UK helicopter emergency medicine service 2015–2018. *J Intensive Care Soc [Internet]*. 2020;((Hibberd O., owenhibberd@doctors.org.uk; Hazlerigg A.; Cocker P.J.; Wilson A.W.; Berry N.)) East Anglian Air Ambulance, Cambridge, United Kingdom).
- Choi S-H, Kim J-Y, Yoon Y-H, Park S-J, Moon S-W, Cho Y-D. The use of transcutaneous CO<sub>2</sub> monitoring in cardiac arrest patients: a feasibility study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2014;22((Choi S.-H.; Kim J.-Y.)):70.
- Leturiondo, M., Ruiz, J., De Gauna, S.R., González-Otero, D.M., Bastida, J.M., Daya, M.”A simple algorithm for ventilation detection in the capnography signal during cardiopulmonary resuscitation,” 2017 Computing in Cardiology (CinC), 2017, pp. 1-4, doi: 10.22489/CinC.2017.005-072.

- Edelson DP, Eilevstjønn J, Weidman EK, Retzer E, Hoek TL, Abella BS. Capnography and chest-wall impedance algorithms for ventilation detection during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*.2010;81(3):317322. doi:10.1016/j.resuscitation.2009.11.003
- Savastano S, Baldi E, Raimondi M, Palo A, Belliato M, Cacciatore E, Corazza V, Molinari S, Canevari F, Danza AI, De Ferrari GM, Iotti GA, Visconti LO. End-tidal carbon dioxide and defibrillation success in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2017 Dec;121:71-75. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.09.010.
- Falcão LF, Ferez D, do Amaral JL. Update on cardiopulmonary resuscitation guidelines of interest to anesthesiologists. *Rev Bras Anesthesiol*. 2011 Sep-Oct;61(5):624-40, 341-50. doi: 10.1016/S0034-7094(11)70074-5.

## 2.4. Estudios excluidos tras la lectura a texto completo (11)

**TABLA 4**  
**Estudios excluidos tras lectura a texto completo**

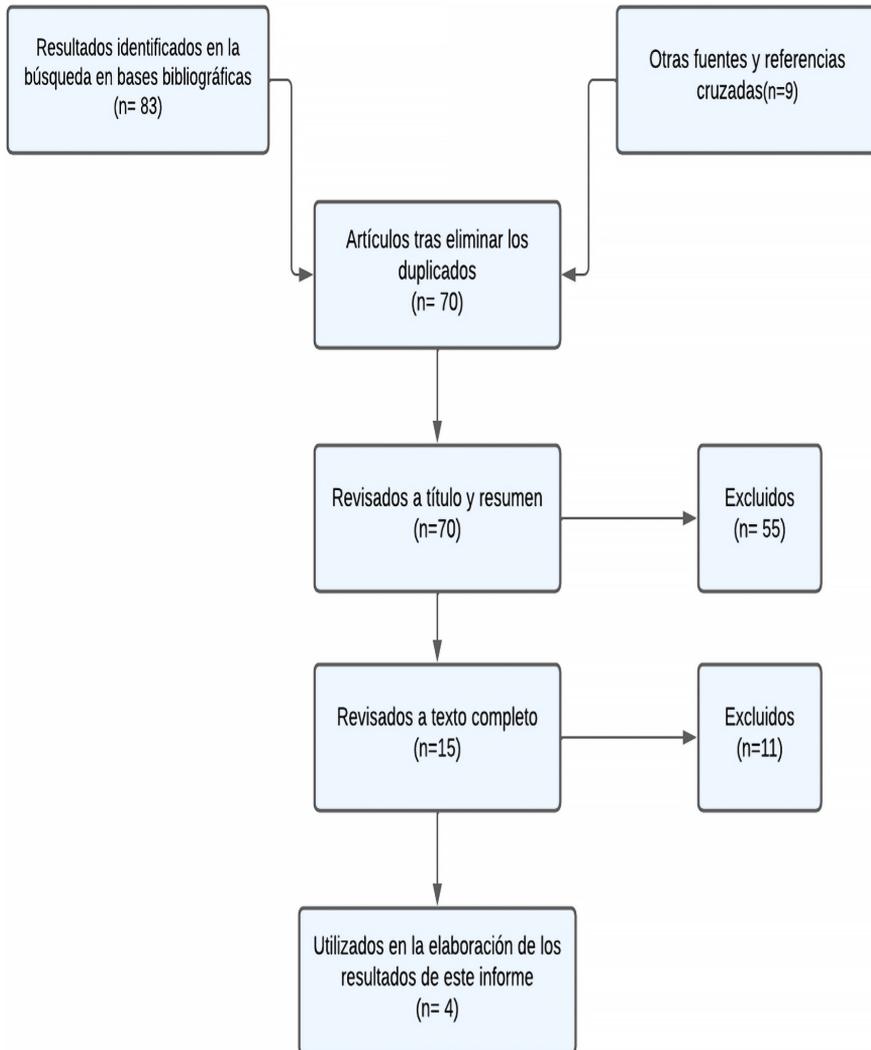
Estudio	Causa de exclusión
Sheak 2015	Estudio sobre calidad de compresiones torácicas y la frecuencia de ventilaciones en relación a EtCO <sub>2</sub> .
Hwang 2017	Describe diferentes aspectos que mejorían el pronóstico neurológico antes y después de implantar un programa de atención a la PCR extrahospitalaria dentro de Sungbuke (Core) en todos los niveles (SVB, SVA, con personal sanitario, con personal no sanitario). No es un estudio sobre capnografía en PCR.
Poon 2016	Estudio con muchas limitaciones en su diseño.
Poppe 2019	No es un estudio sobre capnografía en ritmos desfibrilables.
Calbay 2019	No es un estudio sobre capnografía en ritmos desfibrilables. Estudio de correlación de valores de EtCO <sub>2</sub> y RCE.
Sandroni 2018	Revisión narrativa.
Murphy 2016	Estudio sobre calidad de compresiones torácicas en relación a EtCO <sub>2</sub> . No relaciona con ritmos desfibrilables.
Elola 2019	No es un estudio sobre capnografía en PCR. Estudio de diseño de algoritmos para introducir en monitor/desfibrilador.

Estudio	Causa de exclusión
Gutierrez JJ 2018	No es un estudio sobre capnografía en ritmos desfibrilables. Estudio de diseño de algoritmos en este caso para mejorar la detección de tasas de ventilación correctas suprimiendo los artefactos causados por las compresiones torácicas.
Brinkolf 2018	No es un estudio sobre capnografía en ritmos desfibrilables. Estudio sobre tendencias de EtCO <sub>2</sub> y RCE.
Pokorna 2010	EtCO <sub>2</sub> como indicador de RCE.

## 2.5. Estudios incluidos en la elaboración de resultados de este informe

- Chicote B., Aramendi E., Irusta U., Owens P., Daya M., Idris A. Value of capnography to predict defibrillation success in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* (2019) 138 (74-81). doi: 10.1016/j.resuscitation.2019.02.028
- Frigerio L., Baldi E., Aramendi E., Chicote B., Irusta U. et al. End-tidal carbon dioxide (ETCO<sub>2</sub>) and ventricular fibrillation amplitude spectral area (AMSA) for shock outcome prediction in out-of-hospital cardiac arrest. Are they two sides of the same coin?. *Resuscitation* (2021) 160 (142-149). <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.10.032>
- Hubble M.W., Van Vleet L., Taylor S., Bachman M., Williams J.G., Vipperman R., Renkiewicz G.K. Predictive Utility of End-Tidal Carbon Dioxide on Defibrillation Success in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehospital Emergency Care* 2020 (1-13). <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1828518>
- Savastano S., Baldi E., Raimondi M., Palo A. et al. End-tidal carbón dioxide and defibrillation success in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 121(2017) 71-75. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2019.02.028

## 2.6. Diagrama de flujo



**Figura 1. Diagrama de flujo.**

# Anexo 3

## Descripción y calidad de los estudios incluidos

### 3.1. Descripción de los estudios incluidos

- **El estudio de Savastano (2017)** evalúa el **valor medio de EtCO<sub>2</sub>** en el minuto anterior a la desfibrilación como predictor de la efectividad de la descarga. Durante el período de estudio, desde enero de 2015 a diciembre de 2012 se atendieron 1501 pacientes en PCR en el Servicio de Emergencias de Pavía. De estos, 931 recibieron maniobras de RCP extrahospitalaria. Sólo 167 pacientes presentaban FV o TV sin pulso como ritmo de presentación, la muestra final para el análisis fueron los 62 pacientes que tuvieron registro de EtCO<sub>2</sub> (se excluyeron del análisis las grabaciones capnográficas artefactadas por las compresiones torácicas).

El 92 % (57) de los pacientes fueron hombres. En cuanto a la ubicación de la parada; el 74 % ocurrieron en casa, 18 % en la calle, en un lugar público 4,8 %, consulta de enfermería 1,6 % y haciendo deporte 1,6 %.

La RCP fue iniciada por transeúntes en un 61 % de los casos.

El tiempo transcurrido desde la llamada al servicio de emergencias hasta su llegada fue de  $10,4 \pm 3,9$  minutos y el tiempo transcurrido desde la llamada hasta la administración de la primera descarga  $17,5 \pm 11,9$  minutos.

El DEA (desfibrilador externo automático) fue utilizado antes de la llegada de los Servicios de Emergencias en 3 de los 62 pacientes incluidos (4,8 %).

El estudio presenta limitaciones derivadas de factores de confusión en la medición de EtCO<sub>2</sub> como la modalidad de la ventilación empleada, la causa de la PCR, presencia de condensación de vapor de agua, conexiones defectuosas, altitud, administración de bicarbonato de sodio o epinefrina. Otra limitación es que no se registró exactamente cuándo se administraron los fármacos en relación con la administración de las descargas.

Este estudio no aporta datos de supervivencia, registra los resultados tanto de descargas exitosas como no exitosas, pero no desagrega datos por primeras descargas y todas las descargas y tampoco aporta datos del porcentaje de pacientes que tuvieron recuperación de la circulación espontánea (RCE).

- **En el estudio de Chicote (2019)**, se analiza la **mediana de EtCO<sub>2</sub>** en el minuto previo a la descarga (**MEtCO<sub>2</sub>**) como predictor del éxito de la desfibrilación. Del total de 1933 pacientes con PCR extrahospitalaria atendidos entre 2010 y 2016 incluidos en la base de datos de DFW Center y Tualatin Valley (EEUU), se incluyeron para el análisis 214 pacientes que cumplían los criterios de inclusión, FV como ritmo de presentación y que tuviesen al menos una primera descarga con registro de ETCO<sub>2</sub> previo, profundidad de la compresión torácica en el minuto previo a la descarga, un ECG sin artefactos en los 5 segundos previos a la descarga para calcular las características de la forma onda de FV, y un ECG de 1 minuto después de la descarga para comprobar si la descarga fue exitosa.

De los 214 casos, el 77 % eran hombres, edad media 60 (51-71) años.

Se analizaron variables de calidad de RCP (compresiones torácicas por minuto, ventilaciones por minuto y profundidad de la compresión en cm) para descargas exitosas y no exitosas y el valor de p de un análisis univariante para cada variable individual.

Se analizaron los predictores de éxito de la desfibrilación [AMSA (área de espectro de amplitud de la forma de onda de la FV), entropía difusa y MEtCO<sub>2</sub>] de las descargas exitosas y no exitosas, se realizó análisis por subgrupos de la primera descarga y todas las descargas.

El éxito de la descarga se definió como aparición de complejos QRS sostenidos con una frecuencia superior a 40 latidos/minuto dentro de los 60 segundos posteriores a la descarga.

Los autores del estudio describen como limitaciones, que, en algunos pacientes, el registro capnográfico no estuvo disponible cuando se realizaron las primeras descargas, comenzando éste una vez que los pacientes fueron intubados, pero no cuantifican el número de pérdidas (número de primeras descargas) que esto ocasionó. Mencionan además que el capnograma se realizó con una tecnología de flujo lateral de pequeño volumen (*Microstream®*) y que por tanto el uso de otras tecnologías (como el flujo principal)

podría proporcionar resultados diferentes en la medición de EtCO<sub>2</sub>. Por último, no se dispuso de información de RCE después de cada descarga, por lo que el criterio para definir la descarga exitosa se basó en la aparición de complejos QRS sostenidos en el intervalo posterior a la descarga. Si bien es el criterio más utilizado en los estudios sobre la predicción de éxito de la descarga (también se ha empleado en el estudio de Savastano 2017), la descarga exitosa no es equiparable a RCE (además de un ritmo organizado debería constatare pulso palpable).

- **En el estudio de Hubble (2020)**, 656 pacientes cumplían los criterios de inclusión (adultos con PCR no traumática que recibieron una o más descargas por el Servicio de Emergencias durante el período de agosto 2015 a julio de 2017). Sólo se dispuso de datos completos en 324 pacientes que fueron los incluidos para el análisis.

La medida de resultado primaria fue la **desfibrilación exitosa** definida como cualquiera de las siguientes situaciones: una descarga seguida de RCE de cualquier duración o restauración del ritmo cardiaco.

La RCE se confirmó si en el control de pulso y ritmo posterior a la descarga aparecía ritmo de ECG organizado, suspensión de compresiones torácicas adicionales y un pulso palpable documentando por el Servicio de Emergencias en el historial del paciente.

Para el análisis de datos se tuvieron en cuenta edad, género, raza no caucásica, parada presenciada, atención por personal no sanitario, tiempo de respuesta de los Servicios de Emergencias, energía de la descarga, tipo de FV y valor de EtCO<sub>2</sub>.

La edad media de los pacientes fue  $63,5 \pm 16,1$  años, el 26,2 % eran mujeres, 50,35 de raza no caucásica.

El tiempo de respuesta de los Servicios de Emergencias fue de  $8,1 \pm 3,8$  minutos, la PCR fue presenciada en un 63,6 % de los casos.

Se inició RCP por no sanitarios en un 48,1 %, recibieron una descarga antes de la llegada de los Servicios de Emergencias el 21,6 % de los casos, la media de compresiones torácicas/minuto fue  $117,4 \pm 9,3$ .

En este estudio, aproximadamente la mitad de los casos fueron excluidos por falta de datos, esto puede producir un sesgo de selección y por tanto afectar al poder estadístico del estudio, es particu-

larmente preocupante el alcance de la ausencia de datos de EtCO<sub>2</sub> en las primeras descargas porque aún no se disponía de una vía aérea avanzada (paciente con intubación endotraqueal) para poder realizar el registro capnográfico.

Las pausas de peridescarga (períodos de tiempo sin masaje cardiaco antes y después de la descarga) no se controlaron a pesar de que se ha demostrado que influyen en el éxito de la desfibrilación.

Además, no se disponía de datos sobre volúmenes corrientes ventilatorios y otras medidas de calidad de RCP que podrían haber afectado a los valores de EtCO<sub>2</sub>.

No está claro si todos estos posibles factores de confusión pueden haber afectados a los resultados de este estudio.

Se registró la administración o no de epinefrina y/o bicarbonato de sodio en las descargas exitosas, pero no se registró el momento de su administración.

Tampoco en este estudio consideran la RCE como el resultado más significativo de una desfibrilación exitosa restringida a descargas que resultaron en un ritmo ECG organizado y un pulso palpable documentado) puesto que en otros estudios se ha considerado desfibrilación exitosa la aparición de un ritmo ECG organizado y esto podría incluir pacientes con actividad eléctrica sin pulso.

- **En el estudio de Frigerio (2021)**, se consideraron para el estudio, pacientes con intento de reanimación, ritmo de presentación desfibrilable y ETCO<sub>2</sub> previo al choque disponible.

Se definió la RCE incluso si era transitoria, como la presencia de un pulso palpable, verificada de acuerdo con las guías; y se definió descarga exitosa si la FV o la TV sin pulso cambian a un ritmo organizado en 60 s, dicho ritmo organizado requiere al menos dos complejos QRS separados por no más de 5 segundos.

Se consideraron **AMSA** (intervalo de ECG previo a la descarga de 2 segundos) y **MEtCO<sub>2</sub>** (valor de la mediana de EtCO<sub>2</sub> en el minuto anterior a la descarga) como predictores del éxito de la descarga y de RCE. Sólo se utilizaron para el cálculo intervalos no artefactados por compresiones torácicas.

Las descargas exitosas fueron revisadas ciegamente por tres cardiólogos.

Se definió desfibrilación exitosa si la FV o la TV sin pulso cambiaba a un ritmo organizado durante en 60 segundos. Un ritmo organizado requirió al menos dos complejos QRS separados no más de 5 segundos.

Se registraron un total de 3413 PCR extrahospitalarias, de los 2195 tuvieron maniobras de RCP. Sólo 377 (17 %) mostraron un ritmo desfibrilable. En 112 estaban disponibles tanto EtCO<sub>2</sub> como la AMSA previos a la descarga.

El 88 % de los pacientes incluidos eran hombres con una edad media de 64,1 años ( $\pm 14,2$ ). La mediana de AMSA previa a la descarga fue 9,9 (6,2-13,3) mV. Hz y la mediana de MEtCO<sub>2</sub> 26,1 (20,3-34,6) mmHg.

La PCR se produjo en el domicilio en el 71,4 % de los casos, en la calle en el 17 %, en un lugar público en el 12 %, en consulta de enfermería en el 1,8 % y practicando deporte en el 0,9 %.

La PCR fue presenciada por transeúntes en el 75,9 % de los casos, por el Servicio de Emergencias en 10,7 % y no fue presenciada por nadie en el 13,4 %.

La RCP se inició por no sanitarios en el 63,4 % de los casos, se utilizó el DEA antes de la llegada de los Servicios de Emergencias en un 6,2 % de los casos.

El tiempo medio de llegada de los Servicios de Emergencias fue de  $10,7 \pm 4,2$  minutos, la duración media de la reanimación fue de 58,2 (41,4-74) minutos.

Se administró amiodarona en el 63,4 % de los casos, se utilizó un dispositivo automático de compresión torácica en un 44,6 % de los pacientes incluidos.

El número medio de descargas administradas (IQR) fue 5 (3-7,5).

De las 391 descargas administradas el intervalo de tiempo medio entre descargas consecutivas (IQR) fue de 3,3 (2,4-5,2) minutos y el número medio de descargas por paciente (IQR) fue 5 (3-7).

En este estudio también se asumió RCE, aunque fuese transitorio, en presencia de pulso palpable, no sólo con la aparición de un ritmo ECG organizado.

**TABLA 5**  
**Características de los trabajos incluidos en la elaboración de los resultados**

Autor, año	Tipo de estudio	Criterios de inclusión	Intervención	Tecnología de capnografía	Variables de resultado descritas	Riesgo de sesgo
Savastano, 2017	Observacional retrospectivo	<b>N = 62.</b> PCR extrahospitalaria FV o taquicardia ventricular (TV) sin pulso y ETCO <sub>2</sub> previo	RCP avanzada con capnografía 1.ª DESCARGA	Flujo principal.	<b>Valor medio de ETCO<sub>2</sub> medido en el minuto anterior a la descarga</b> como predictor de la terminación de la FV tras la descarga.	Calidad moderada/baja.
Chicote, 2019	Observacional retrospectivo	<b>N = 214.</b> PCR extrahospitalaria FV y ETCO <sub>2</sub> previo	RCP avanzada con capnografía 1.ª DESCARGA	Flujo lateral de bajo volumen.	<b>Éxito de la desfibrilación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Características de forma de onda de FV</b> [área del espectro de amplitud (AMSA) y entropía difusa (FuzzyEn)].</li> <li>– <b>Mediana de EtCO<sub>2</sub> (METCO<sub>2</sub>)</b> en el minuto anterior a la descarga.</li> </ul> Se realizaron análisis separados para los primeros choques y todos los choques.	Calidad moderada.
Hubble, 2020	Observacional retrospectivo	<b>N = 324.</b> PCR extrahospitalaria no traumática Ritmo de presentación desfibrilable y ETCO <sub>2</sub> previo	RCP avanzada con capnografía 1.ª DESCARGA	Flujo lateral de bajo volumen (no descrito en el artículo).	<b>Éxito de la desfibrilación</b> (choque que resultó en la recuperación de circulación espontánea (RCE) de cualquier duración o ritmo cardiaco. Resultados secundarios: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Supervivencia al ingreso</li> <li>– Supervivencia al alta hospitalaria</li> <li>– Alta con resultados neurológicos favorables</li> </ul>	Calidad moderada.
Frigerio, 2021	Observacional retrospectivo	<b>N = 112.</b> PCR extrahospitalaria. Ritmo de presentación desfibrilable y ETCO <sub>2</sub> previo	RCP avanzada con capnografía 1.ª DESCARGA	Flujo principal.	<b>Éxito de la desfibrilación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>RCE:</b> (cambia a un ritmo organizado en 60 s. Un ritmo organizado requería al menos dos complejos QRS separados por no más de 5 s).</li> <li>– <b>Correlación MET-CO<sub>2</sub> + AMSA en RCE.</b></li> </ul>	Calidad moderada.

## 3.2. Análisis de la calidad de la evidencia identificada

### 3.2.1. HERRAMIENTA DE VALORACIÓN DEL RIESGO DE SESGO PARA SERIES DE CASOS JBI (JOANNA BRIGGS INSTITUTE)

Pregunta	SÍ	NO	No está claro	No aplicable
¿Hubo criterios claros para la inclusión en la serie de casos?				
¿Se midieron las variables de manera estándar y confiable para todos los participantes incluidos en la serie de casos?				
¿Se utilizaron métodos válidos para la identificación de las variables para todos los participantes incluidos en la serie de casos?				
¿La serie de casos tuvo inclusión consecutiva de participantes?				
¿La serie de casos incluyó por completo a los participantes?				
¿Hubo informes claros de los datos demográficos de los participantes incluidos en el estudio?				
¿Hubo un informe claro de la información clínica de los participantes?				
¿Se informaron claramente el o los resultados del seguimiento de los casos?				
¿Fue reportada de forma clara la información en cuanto a demografía de poblaciones o regiones geográficas?				
¿Fue apropiado el análisis estadístico?				
<b>TOTAL</b>				

### 3.2.2. DESCRIPCIÓN DEL RIESGO DE SESGO DE LOS TRABAJOS INCLUIDOS

ESTUDIO	Chicote	Frigerio	Hubble	Savastano
¿Hubo criterios claros para la inclusión en la serie de casos?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
¿Se midieron las variables de manera standard y confiable para todos los participantes incluidos en la serie de casos?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
¿Se utilizaron métodos válidos para la identificación de las variables para todos los participantes incluidos en la serie de casos?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
¿La serie de casos tuvo inclusión consecutiva de participantes?	No está claro	No está claro	No está claro	No está claro
¿La serie de casos incluyó por completo a los participantes?	No está claro	NO	SÍ	NO
¿Hubo informes claros de los datos demográficos de los participantes incluidos en el estudio?	SÍ	SÍ	SÍ	NO
¿Hubo un informe claro de la información clínica de los participantes?	NO	NO	NO	NO
¿Se informaron claramente el o los resultados del seguimiento de los casos?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
¿Fue reportada de forma clara la información en cuanto a demografía de poblaciones o regiones geográficas?	SÍ	SÍ	NO	No está claro
¿Fue apropiado el análisis estadístico?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
<b>CALIDAD</b>	<b>Moderada</b>	<b>Moderada</b>	<b>Moderada</b>	<b>Moderada/baja</b>



**Comunidad  
de Madrid**

Dirección General del Proceso  
Integrado de Salud  
CONSEJERÍA DE SANIDAD