



**Universidad de Valladolid**  
**Grado en Enfermería**  
**Facultad de Enfermería de Valladolid**

**UVa**

Curso 2023-2024

**Trabajo de Fin de Grado**

**EFFECTIVIDAD DE LA REANIMACIÓN  
CARDIOPULMONAR CON ECMO A  
NIVEL EXTRAHOSPITALARO**

**Carlos Prieto Gil**

**Tutor/a: Luis Carlos Ramón Carreira**

## RESUMEN

**Introducción.** La PCEH es un grave problema de salud pública, causa más de tres millones de muertes anuales a nivel mundial, incluyendo 62.4708 en Europa y 52.300 en España. La PCR, generalmente por cardiopatía isquémica, requiere RCP inmediata, aunque su éxito es variable y enfrenta complicaciones. La eficacia de la RCP depende de la calidad de las compresiones torácicas y el uso de desfibriladores, aunque la fatiga del proveedor es un desafío. La FV es un buen pronóstico, pero la mitad de los pacientes no responden al tratamiento estándar. La ECPR ha demostrado mejorar la supervivencia en casos de RCA, pero su implementación oportuna es crucial para evitar el daño cerebral irreversible. Estrategias para realizar ECPR en el lugar del paro están siendo exploradas para mejorar las tasas de supervivencia y reducir el tiempo de isquemia.

**Objetivos.** Contrastar, a través de una revisión sistemática, la efectividad del uso de ECMO en situaciones de parada cardíaca extrahospitalaria.

**Metodología.** Se realizó una revisión sistemática en PubMed hasta abril de 2024 usando el lenguaje MeSH y palabras clave combinadas con el operador booleano AND.

**Resultados.** Se seleccionaron 17 artículos que cumplieron los criterios de inclusión. Se clasificaron en evidencia de los efectos de la ECPR prehospitalaria, indicaciones, criterios de selección, predictores de supervivencia y ensayos clínicos en curso.

**Conclusiones.** ECPR tiene un gran potencial para transformar el tratamiento de pacientes con PCEH refractario, mejorando la supervivencia y los resultados neurológicos. Sin embargo, su implementación es compleja y requiere planificación y capacitación. En el futuro, la investigación, los avances tecnológicos y la colaboración entre profesionales de la salud pueden aumentar su efectividad y sostenibilidad.

**Palabras clave.** Prehospitalaria, ECMO, ECPR, paro cardíaco extrahospitalario, reanimación cardiopulmonar.

## ABSTRACT

**Introduction.** OHCA is a serious public health issue, causing more than three million annual deaths worldwide, including 624,708 in Europe and 52,300 in Spain. Cardiac arrest, generally due to ischemic heart disease, requires immediate CPR, although its success is variable and faces complications. The effectiveness of CPR depends on the quality of chest compressions and the use of defibrillators, although provider fatigue is a challenge. VF has a good prognosis, but half of the patients do not respond to standard treatment. ECPR has been shown to improve survival in cases of cardiac arrest, but timely implementation is crucial to avoid irreversible brain damage. Strategies for performing ECPR at the site of arrest are being explored to improve survival rates and reduce ischemic time.

**Objectives.** To contrast, through a systematic review, the effectiveness of using ECMO in out-of-hospital cardiac arrest situations.

**Methodology.** A systematic review was conducted on PubMed until April 2024 using MeSH language and keywords combined with the Boolean operator AND.

**Results.** Seventeen articles that met the inclusion criteria were selected. They were classified into: evidence of the effects of prehospital ECPR, indications, selection criteria and survival predictors, and ongoing clinical trials.

**Conclusions.** ECPR has great potential to transform the treatment of patients with refractory cardiac arrest, improving survival and neurological outcomes. However, its implementation is complex and requires careful planning and training. In the future, research, technological advances, and collaboration among healthcare professionals may increase its effectiveness and sustainability.

**Keywords:** Prehospital, ECMO, ECPR, out-of-hospital cardiac arrest, cardiopulmonary resuscitation.

## **ABREVIATURAS**

AESP: Actividad eléctrica sin pulso.

CPC: Categoría de rendimiento cerebral (Cerebral Performance Category).

CERP: Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar.

DESA: Desfibrilador externo semiautomático.

ECG: Electrocardiograma.

ERC: Consejo Europeo de Resucitación.

ECMO: Oxigenación por membrana extracorpórea.

ECPR: Resucitación cardiopulmonar extracorpórea.

ELSO: Organización de soporte vital extracorpóreo.

ECMO-VA: ECMO veno-arterial.

FV: Fibrilación ventricular.

HEMS: Servicios de emergencias médicas en helicóptero.

IC: Insuficiencia cardíaca.

JB: Instituto de Joanna Briggs.

MIC: Equipo de intervención médica.

PCR: Parada cardiorrespiratoria.

PCEH: Parada cardíaca extrahospitalaria.

RCA: Paro cardíaco refractario (Refractory cardiac arrest).

RCP: Reanimación cardiopulmonar.

RCP-C: Reanimación cardiopulmonar convencional.

RSCE: Retorno sostenido de la circulación espontánea.

SEM: Servicios de emergencias médicas.

SVB: Soporte vital básico.

SVAC: Soporte vital cardíaco avanzado.

SACYL: Servicio de Salud de Castilla y León.

TV: Taquicardia ventricular.

TAC: Tomografía axial computarizada.

TVSP: Taquicardia ventricular sin pulso.

UCIM: Unidad móvil de cuidados intensivos.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS .....	III
1. INTRODUCCIÓN:.....	1
2. JUSTIFICACIÓN .....	4
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	6
4. ESQUEMA PICOT .....	6
5. OBJETIVOS .....	6
6. METODOLOGÍA .....	7
6.1 <i>Diseño</i> .....	7
6.2 <i>Fuentes de datos y estrategia de búsqueda</i> .....	7
6.3 <i>Criterios de elegibilidad y síntesis de datos</i> .....	11
6.4 <i>Recopilación y extracción de datos</i> .....	11
6.5 <i>Evaluación de la evidencia</i> .....	11
7. RESULTADOS.....	12
7.1 <i>Proceso de selección de estudios</i> .....	12
7.2 <i>Resultados de los artículos</i> .....	13
8. DISCUSIÓN .....	24
9. CONCLUSIONES .....	27
10. BIBLIOGRAFÍA .....	28

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.	Esquema PICOT. ....	6
Tabla 2.	Palabras clave. Términos DeCS y MeSH. ....	7
Tabla 3.	Construcción de las estrategias de búsqueda:.....	8

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Volumen de artículos anual .....	10
Figura 2.	Diagrama de flujo de selección de los artículos según el proceso de búsqueda de PRISMA 2024 .....	12

## 1. INTRODUCCIÓN:

Las paradas cardíacas tienen unas consecuencias devastadoras. La “Global Resuscitation Alliance” estima que en el mundo las paradas cardíacas extrahospitalarias (PCEH) ocasionan más de tres millones de muertes anuales. En Europa se estima que en el medio extrahospitalario se producen cada año 624.708 paradas cardíacas. En España, como en el resto del mundo, no se conoce con exactitud su incidencia; pero se estima que anualmente se producen 52.300 paradas cardíacas, de las cuales 30.000 se producen fuera del hospital (1).

La parada cardiorrespiratoria (PCR) es la emergencia vital por excelencia, caracterizada por la pérdida repentina y potencialmente reversible de la respiración y la circulación espontáneas. Se manifiesta clínicamente con pérdida de conciencia, ausencia de pulso central, apnea o gasping. La cardiopatía isquémica es la causa más común de PCR en adultos en países occidentales, mientras que otras causas incluyen accidentes cerebrovasculares y enfermedades respiratorias. (2) Para revertir la PCR, se utiliza la resucitación cardiopulmonar (RCP), que consiste en una serie de maniobras estandarizadas dentro de la cadena de supervivencia. Su objetivo es restaurar la respiración y la circulación espontáneas para evitar la muerte por lesión irreversible de órganos vitales, especialmente el cerebro. Aunque la tasa de RCP realizada por testigos presenciales varía entre países (58% en promedio, con un rango del 13% al 83%), el uso de desfibriladores externos semiautomáticos (DESA) sigue siendo bajo en Europa (28% en promedio, con un rango del 3.8% al 59%). (2,3)

Un aspecto crucial de la RCP es la aplicación de compresiones torácicas para mejorar la presión intratorácica, aumentando así la presión arterial media y el flujo sanguíneo. La calidad de la RCP se evalúa mediante indicadores fisiológicos que siguen la evolución del paciente, y mediante indicadores de rendimiento que reflejan la actuación de los reanimadores. Sin embargo, la calidad de las compresiones puede variar según las capacidades físicas del proveedor. La fatiga es una limitación en la RCP manual, pero puede mitigarse alternando frecuentemente los reanimadores o utilizando dispositivos

automatizados para garantizar compresiones más consistentes. (4)

Más allá de los enfoques mecánicos, los protocolos de soporte vital cardíaco avanzado (SVAC) incorporan compresiones torácicas tempranas y de alta calidad, desfibrilación rápida y medicamentos vasoactivos para mantener la perfusión del corazón y el cerebro mientras se aborda la causa del paro cardíaco. A pesar de los avances, la RCP tiene una tasa de éxito general de entre el 10% y el 20% y puede provocar complicaciones como edema pulmonar, fracturas costales, dilatación gástrica y fractura esternal. Además, el PCEH no solo causa un alto número de muertes con una epidemiología particular, sino que también conlleva graves secuelas neurológicas en muchos supervivientes. (3,4,5)

La presencia de fibrilación ventricular/taquicardia ventricular (FV/TV) es un indicador positivo en el pronóstico del PCEH. Sin embargo, aproximadamente la mitad de los pacientes que lo experimentan no responden al tratamiento estándar y no logran un retorno sostenido de la circulación espontánea (RSCE). Se considera que la FV/TV es refractaria cuando persiste después de tres intentos de desfibrilación, administración de 3 mg de adrenalina y 300 mg de amiodarona, y cuando no se logra el RSCE después de la RCP durante más de 10 minutos (6). La muerte por paro cardíaco ocurre cuando se alcanza un nivel crítico de isquemia en órganos y tejidos, y la circulación no se restaura a tiempo. El proceso de deterioro es rápido, comenzando con un colapso circulatorio que desencadena una serie de eventos fisiopatológicos, finalizando en un daño orgánico irreversible. La lesión se inicia con la isquemia y continúa con la reperfusión, dando lugar a una respuesta inflamatoria sistémica que forma parte del síndrome post paro cardíaco. Aunque la mayoría de los órganos pueden regenerarse o ser parcialmente reemplazados, el daño cerebral severo es generalmente irreversible, afectando la calidad de vida y la supervivencia. (7,8)

El flujo sanguíneo hacia el cerebro y los órganos es esencial para prevenir lesiones isquémicas irreversibles y está determinado por el gasto cardíaco e influenciado por factores como la calidad de las compresiones torácicas, la postura del cuerpo, la patología previa y la causa subyacente del paro cardíaco. Durante la reanimación cardiopulmonar convencional (RCP-C), el flujo sanguíneo alcanza solo una fracción del nivel normal, conocido como "flujo bajo".



Un estado prolongado de flujo sanguíneo bajo aumenta el riesgo de daño cerebral hipóxico e insuficiencia multiorgánica tras lograr RSCE, generando interés en la búsqueda de métodos para mejorar la supervivencia de los pacientes con PCEH. (9) Para optimizar el resultado neurológico, es fundamental limitar el tiempo sin flujo sanguíneo y con flujo bajo, minimizando así la devastadora lesión cerebral. La aplicación de la oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) durante la RCP puede restaurar el flujo sanguíneo al cerebro, siendo una modalidad de apoyo prometedora en este contexto. Existe interés creciente en el uso de la ECMO venoarterial (ECMO-VA) prehospitalaria para estabilizar a pacientes en paro cardíaco refractario (RCA). ECMO-VA implica drenar sangre a través de una cánula ubicada en una vena grande y pasarla a través de una bomba y un oxigenador de membrana antes de devolverla bajo presión a través de otra cánula ubicada en una arteria grande. Esto puede restaurar el flujo sanguíneo y la presión arterial, limitando la isquemia cerebral, y brindando tiempo para tratar la causa del paro cardíaco. Cuando se usa para controlar el RCA, se llama reanimación cardiopulmonar extracorpórea (ECPR). (7,10)

El uso de ECPR en el RCA ha aumentado significativamente y demostrado mejorar la supervivencia comparado con la RCP-C en programas bien desarrollados. Un factor clave para el éxito clínico es el intervalo entre el colapso y el inicio de la ECPR, dividido en "tiempo sin flujo" (colapso a inicio de compresiones torácicas) y "tiempo de flujo bajo" (compresiones torácicas a inicio de ECPR). La ECPR es beneficiosa si se administra antes de que se produzca la isquemia irreversible, por lo que las pautas actuales recomiendan que se establezca dentro de los 60 minutos posteriores al paro cardíaco. (9,11,12)

En la actualidad, la implementación de ECPR para la PCEH suele hacerse en hospitales con capacidad para ECPR intrahospitalaria. Sin embargo, la demora en la llegada de los servicios de emergencias médicas (SEM), la gestión del RCA y el traslado al hospital adecuado limitan el número de pacientes que pueden recibir ECPR dentro de los 60 minutos recomendados. Por ello, se han explorado estrategias alternativas, como enviar un equipo de ECPR al servicio de emergencias hospitalarias más cercano (estrategia de encuentro) o realizar

ECPR en el lugar de la parada cardíaca (ECPR prehospitalario). Al llevar la ECMO-VA al entorno prehospitalario, se espera restablecer más rápidamente la perfusión de órganos vitales, prevenir daños orgánicos hipóxicos irreversibles y mejorar las tasas de supervivencia del paro cardíaco extrahospitalario, que siguen siendo bajas. (10,11,13,14)

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Se sabe que la supervivencia del PCEH mejora con tiempos de respuesta más cortos de los SEM. Sin embargo, lo que sigue siendo menos claro es la estrategia óptima de atención para los pacientes en los que estas intervenciones tempranas fracasan. La evidencia emergente sugiere que la ECPR aplicada a poblaciones específicas de pacientes de manera oportuna puede mejorar tanto la supervivencia, como el resultado neurológico en el PCEH, siendo potencialmente una herramienta valiosa en situaciones de emergencia. A medida que crece el interés en la ECPR, diferentes centros han desarrollado protocolos propios para su uso, aunque difieren en criterios de inclusión y técnicas. Estos protocolos son esenciales para limitar el uso de la ECPR a pacientes que puedan beneficiarse más, desafortunadamente, no existe protocolo unificado sobre la selección de pacientes. Actualmente, en el Servicio de Salud de Castilla y León (SACYL) la Gerencia de Emergencias Sanitarias, encargada del servicio de atención emergente a nivel prehospitalario, no cuenta con protocolos para el inicio de ECPR en pacientes con PCEH refractaria. (14,15)

Suecia es el país europeo que dispone de una mejor organización, ya que el Instituto Karolinska, institución universitaria médica situada en Solna y uno de los principales centros educativos universitarios del mundo en el campo de la medicina, se hace cargo de todo el transporte en ECMO de adultos, niños y neonatos. Países como Francia e Italia cuentan con programas coordinados para su implementación. Por el contrario esto no se ha dado en España, que carece de un programa central coordinado por el Ministerio de Sanidad. A pesar de ello, el uso de sistemas ECMO ha aumentado en España en los últimos años, especialmente durante la pandemia, donde se ha necesitado una organización específica para derivar y trasladar pacientes a unidades especializadas de

cuidados intensivos. Mientras que algunos países europeos cuentan con una buena organización estatal, en nuestro país tan solo tres hospitales proporcionan un servicio con programas móviles de implantación de ECMO y transporte interhospitalario de pacientes asistidos (Hospital La Fe de Valencia; Hospital Bellvitge de Hospitalet de Llobregat, Barcelona; Hospital Virgen de las Nieves de Granada) que ofrecen un servicio adecuado a sus zonas de referencia, pero son minoritarios en España. Además, las experiencias con implantes remotos, tanto en adultos como en pacientes pediátricos, son escasas y aisladas, siendo el Hospital 12 de Octubre de Madrid uno de los pocos centros que se ha incursionado en esta práctica. (16) *Imagen de Hospitales con ECMO portátiles detallada en anexo 1.*

La apresurada reorganización de la asistencia ECMO necesaria durante la pandemia, proporciona una base sólida para expandir estas iniciativas y establecer una red bien estructurada de asistencia ECMO remota. Esta crisis ha sembrado la idea de un sistema de Red ECMO en un modelo radial, que aunque aún no esté completamente desarrollado en todas las áreas, parece adaptarse de manera óptima a las necesidades de la nueva organización y podría consolidarse en el futuro para brindar atención ECMO a nivel nacional. La falta de conciencia sobre este servicio en muchas comunidades autónomas y la necesidad de una mayor experiencia y formación en el transporte con ECMO, señalan la ausencia de un programa central coordinado en España. Por consiguiente, sería ventajoso contar con un programa nacional de ECPR que organice, facilite y garantice un mejor funcionamiento al enfrentarse a una parada cardíaca en el entorno extrahospitalario. El propósito de esta revisión es consolidar la información relacionada con la ECPR prehospitalaria presente en la literatura existente, así como identificar qué pacientes pueden llegar a beneficiarse más de su implementación, con el fin de identificar posibles áreas de investigación futura que contribuyan a promover su aplicación de forma protocolizada en España.

### 3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es efectivo establecer un protocolo ECPR que aborde la parada cardíaca extrahospitalaria refractaria con el fin de aumentar la supervivencia y mejorar el resultado neurológico de quien la sufra?

### 4. ESQUEMA PICOT

*Tabla 1. Esquema PICOT.*

<b>P (pacientes)</b>	Pacientes que han sufrido una parada cardíaca extrahospitalaria.
<b>I (intervención)</b>	ECPR en entorno prehospitalario.
<b>C (comparador)</b>	Tratamiento de la RCP con soporte vital sin empleo de ECPR
<b>O (resultado)</b>	Aumentar la supervivencia y resultado neurológico.
<b>T (tiempo)</b>	No procede.

*Fuente: Elaboración propia*

### 5. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Contrastar, a través de una revisión sistemática, la efectividad del uso de ECMO en situaciones de parada cardíaca extrahospitalaria.

Objetivos específicos:

- Evaluar la evidencia disponible sobre la implementación de ECPR en entornos prehospitalarios.
- Analizar los criterios que permiten determinar qué pacientes podrían obtener mayores beneficios del uso de ECPR, basándose en la evidencia científica actual.
- Identificar y analizar los ensayos clínicos en curso que investigan la eficacia de la ECPR en el entorno prehospitalario.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Diseño

Para la elaboración de este trabajo de fin de grado, se ha realizado una evaluación exhaustiva de las evidencias científicas sobre el uso de ECMO durante la RCP a nivel prehospitalario. El diseño empleado es una revisión sistemática a través de PubMed, informando de los hallazgos mediante la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), detallada en el *anexo 8*.

Este tipo de revisión recopila información de otras revisiones sistemáticas en un solo documento ofreciendo una visión general junto con un listado exhaustivo de la evidencia disponible. Debido a la naturaleza del trabajo y otros factores considerados, no se han seguido ciertos elementos recomendados por PRISMA, como el cribado por al menos dos revisores de forma independiente y la evaluación del riesgo de sesgo.

### 6.2 Fuentes de datos y estrategia de búsqueda

La base de datos utilizada fue PubMed. La búsqueda se inició en enero de 2024 y la última actualización de los artículos se realizó el día 24 de abril de 2024. Se construyeron búsquedas de términos MeSH (Medical Subject Headings), en la base de descriptores de salud para identificar sinónimos relevantes del tema de investigación que se combinó, en este caso, con el operador booleano “AND”. También se realizó una búsqueda ampliada en (Title/Abstract) mediante una selección de palabras clave. Se han utilizado los siguientes descriptores:

**Tabla 2. Palabras clave. Términos DeCS y MeSH.**

DeCS	MeSH
ECMO	“ECMO”
Prehospitalaria	“Prehospital” / “Pre-hospital”
ECPR	“ECPR”
PCR	“Cardiac arrest”
RCP	“CPR”
PCEH	“OHCA”

**Fuente:** *Elaboración propia*

Los términos de búsqueda se agruparon por temas, relacionados con la ECMO prehospitalaria, la parada cardiaca extrahospitalaria y la resucitación cardiopulmonar. A continuación, se acotó la búsqueda introduciendo palabras claves y filtros como: texto completo gratis, artículos en inglés y español y artículos de hasta 10 años de antigüedad para obtener los resultados según la tipología del diseño.

**Tabla 3. Construcción de las estrategias de búsqueda:**

Bases de datos	Estrategia de búsqueda	Filtros	Artículos tras filtros
PUBMED	<i>"Pre-hospital (and) ECMO"</i>	Free full text In the last 10 years English, Spanish	<b>26</b>
	<i>"Prehospital (and) ECMO [MESH]"</i>	Free full text In the last 10 years English, Spanish	<b>24</b>
	<i>"Prehospital (and) ECMO"</i>	Free full text In the last 10 years English, Spanish	<b>70</b>
	<i>"Prehospital ECPR"</i>	Free full text In the last 10 years English, Spanish	<b>52</b>
	<i>"CPR and ECMO"</i>	Free full text In the last 5 years English, Spanish	<b>572</b>

***Fuente: Elaboración propia***

Se ha empleado para la primera búsqueda las palabras clave “Pre-hospital” and “ECMO”, con filtros de fecha, como límite, los últimos diez años, texto completo gratis y en inglés y español. Se obtuvieron 26 resultados sobre los que se realizó una evaluación según los criterios de inclusión y exclusión y quedaron seleccionados para un análisis completo 14 artículos.

Se ejecutó una segunda búsqueda en Pubmed debido a la limitación de artículos obtenidos en la primera búsqueda. Se utilizaron las palabras claves “Prehospital” and “ECMO” [MESH], con filtros de fecha, como límite, los últimos diez años, texto completo gratis y en inglés y español. Se obtuvieron 24 resultados sobre los que se realizó una evaluación según los criterios de inclusión y exclusión, quedando seleccionados para un análisis completo 7 artículos más, haciendo un total de 21 artículos seleccionados entre la primera y segunda búsqueda.

Se ejecutó una tercera búsqueda en Pubmed debido a la escasez de artículos. Se utilizaron las palabras clave “Prehospital” and “ECMO”, con filtros de fecha, como límite, los últimos diez años, texto completo gratis y en inglés y español. Se obtuvieron 70 resultados sobre los que se realizó una evaluación según los criterios de inclusión y exclusión y fueron seleccionados para un análisis completo 12 artículos nuevos, haciendo un total de 33 artículos entre las tres primeras búsquedas.

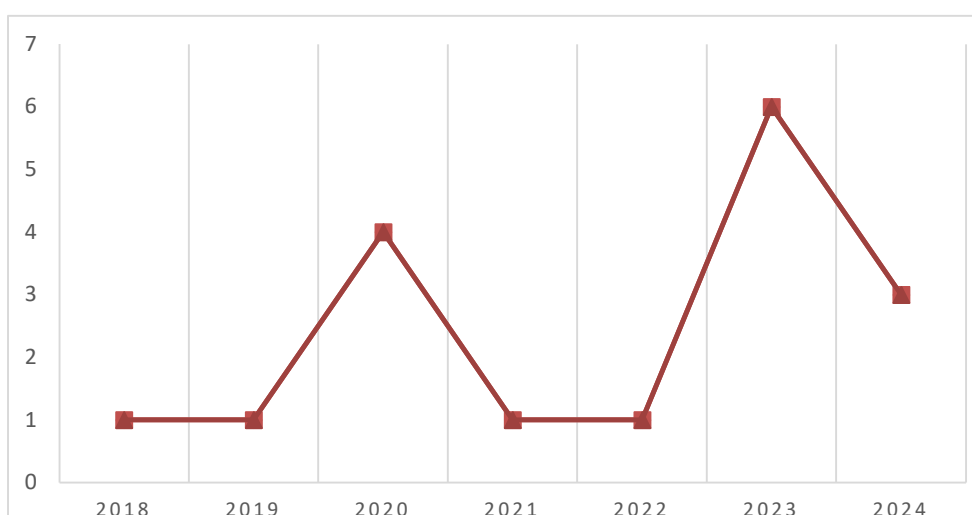
Se ejecutó una cuarta búsqueda en Pubmed, utilizando las palabras clave “Prehospital ECPR”, con filtros de fecha, como límite, los últimos diez años, texto completo gratis y en inglés y español. Se obtuvieron 52 resultados sobre los que se realizó una evaluación según los criterios de inclusión y exclusión quedando seleccionados para un análisis completo 5 artículos nuevos, haciendo un total de 38 artículos seleccionados entre las cuatro búsquedas.

Finalmente se realizó una última búsqueda de forma puntual en Pubmed, utilizando las palabras clave “CPR” and “ECMO”, con filtros de fecha, como límite, los últimos cinco años, texto completo gratis y en inglés y español. Se obtuvieron 568 resultados sobre los que se realizó una evaluación según los criterios de inclusión y exclusión siendo seleccionado para análisis completo 1

artículo nuevo, haciendo un total de 39 artículos seleccionados entre todas las búsquedas.

Así mismo, han sido revisadas las últimas guías actualizadas del Consejo Europeo de Resucitación (ERC) (2021) (3) y las del Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar (CERP) (2019) (1), así como el manual terapéutico 4.<sup>a</sup> Ed. corregida y ampliada: mayo, 2019, edición Universidad de Salamanca (2). Por último, se incluyó un artículo del periódico de tirada nacional “El Mundo” publicado en octubre de 2022 (16), y un artículo publicado en 2020 de la Sociedad Española de Cardiología con el fin de completar y reforzar información relevante para este TFG (29).

Teniendo en cuenta el año de publicación de los artículos seleccionados, encontramos que un 11,7% (2 artículos) se publicaron entre 2018-2019; un 23,5% (4 artículos) se publicaron en 2020; un 11,7% (2 artículos) se publicaron entre los años 2021-2022; un 35,3% (6 artículos) se publicaron en 2023 y por último un 17,6% (3 artículos) se publicaron en 2024 (*Figura 1*). Dada la estabilidad en la producción de artículos en referencia a este tema, podría sugerirnos que existe un continuo interés por parte de la comunidad académica y científica en explorar y comprender los diversos aspectos relacionados con el tema en cuestión.



**Figura 1. Volumen de artículos anual**



### **6.3 Criterios de elegibilidad y síntesis de datos**

Los criterios de inclusión establecidos fueron aquellos artículos con información relevante en relación con los objetivos planteados, el idioma inglés y español, aquellos artículos publicados en los últimos 10 años y que el acceso a los textos fuera completos y gratuito. La verificación de las referencias de todos los estudios incluidos fue realizada para no desestimar ningún artículo relevante que no hubiera sido recuperado con la estrategia de búsqueda inicial.

Los criterios de exclusión fueron aquella documentación que no estuviera relacionada directamente con el tema objeto de esta revisión, aquellos artículos que no incluían las palabras claves empleadas para su búsqueda, documentos con antigüedad superior a 10 años, así como aquellos artículos repetidos.

### **6.4 Recopilación y extracción de datos**

El proceso de selección consistió en la lectura de los títulos y resúmenes. Tras ello, se examinaron los artículos seleccionados a texto completo extrayendo y filtrando la información útil.

La extracción de datos fue realizada por un solo revisor, mediante un protocolo estandarizado predefinido. Los datos que se han extraído de los artículos seleccionados fueron información sobre la ECMO prehospitalaria, parada cardiorrespiratoria y resucitación cardiopulmonar.

Los datos que se han extraído de los artículos seleccionados fueron apellidos y nombre del autor, año, diseño y principales resultados.

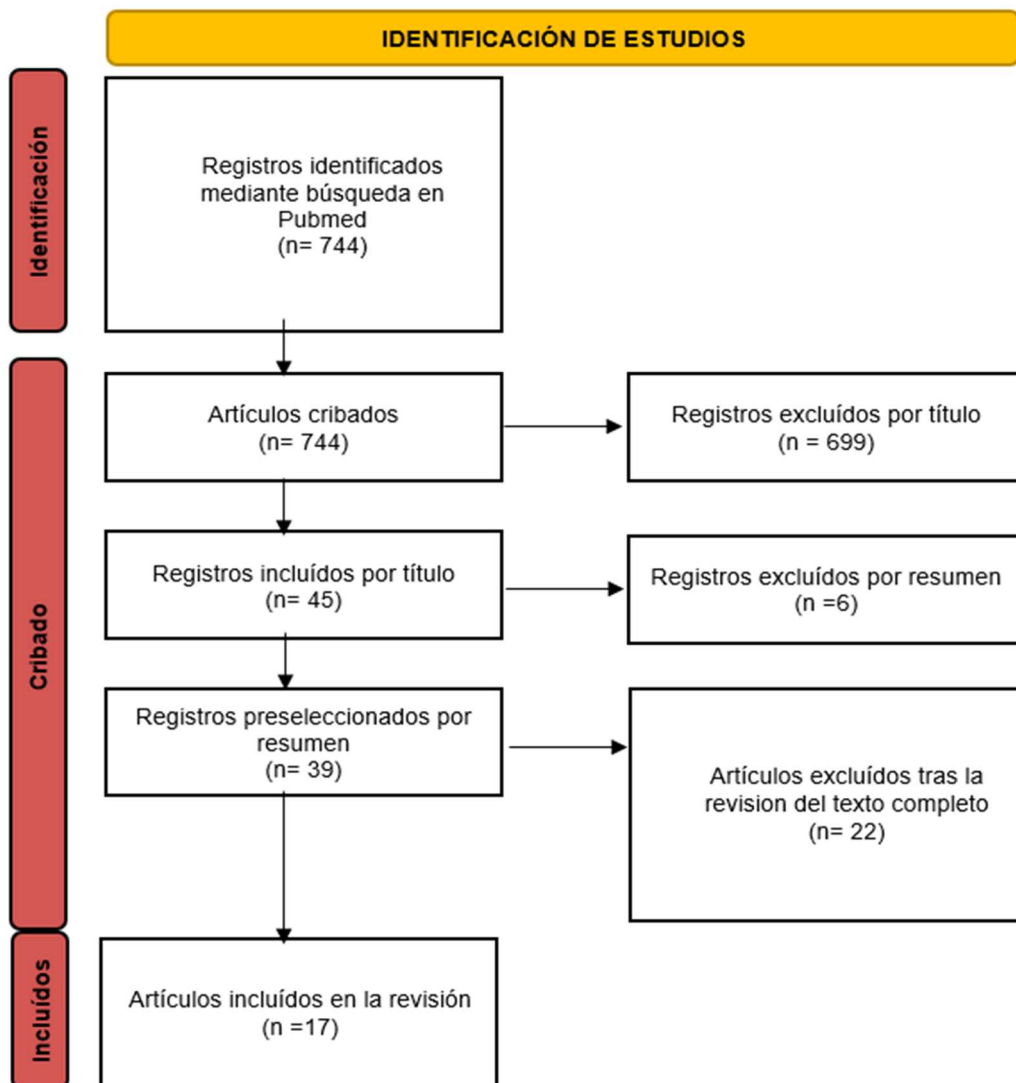
### **6.5 Evaluación de la evidencia**

De acuerdo con los niveles de evidencia del Instituto de Joanna Briggs, se procedió a la evaluación de la certeza científica de nuestros artículos. El Instituto de Joanna Briggs (JBI) es un centro internacional de investigación y desarrollo en materia de cuidados de salud basados en la evidencia, que tiene como objetivo proporcionar las mejores evidencias para informar las decisiones clínicas en el punto de cuidados. En el contexto de este trabajo, los *anexos 2 y 3* resumen los niveles de evidencia y los grados de recomendación del JBI, respectivamente.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Proceso de selección de estudios

La estrategia de búsqueda recuperó un total de 744 artículos. Dichos artículos fueron sometidos a un primer cribado leyendo los títulos y resúmenes, quedando el número reducido a 39. Finalmente, se leyeron los artículos por completo y se descartaron 22 por no centrarse en los objetivos establecidos en la presente revisión sistemática, quedando un total de 17 artículos seleccionados. La *figura 2* plasma el diagrama de flujo que se siguió para la criba de artículos, empleando la metodología PRISMA.



**Figura 2. Diagrama de flujo de selección de los artículos según el proceso de búsqueda de PRISMA 2024**

## **7.2 Resultados de los artículos**

Tras analizar los artículos, han sido agrupados en 3 epígrafes de la siguiente manera:

- ✓ Evidencia de los efectos de la ECPR prehospitalaria.
- ✓ Indicaciones, criterios de selección y predictores que afectan a la supervivencia.
- ✓ Ensayos clínicos en curso, futuro de la ECPR prehospitalaria.

En el anexo 7 se muestran las principales características de los artículos seleccionados como resultados en esta revisión sistemática.

### ***EVIDENCIA SOBRE LOS EFECTOS DE ECPR PREHOSPITALARIA***

En este apartado se han encontrado artículos sobre la evidencia actual de ECPR prehospitalaria (5,7,8,9,12,17,18,19,20,21,22,23,24)

En sus revisiones, Kalra, Rajat et al. (5) y Leivaditis, Vasileios et al. (17) indican que la utilización de la ECPR como parte del tratamiento del PCEH se remonta a la década de 1980, inicialmente en el contexto postoperatorio. Sin embargo, con la introducción de la ECMO-VA en la última década, su aplicación se ha extendido a situaciones agudas, mejorando la portabilidad y la rapidez de implementación. La terapia con ECMO-VA busca proporcionar soporte hemodinámico y respiratorio continuo mientras se abordan las causas subyacentes del paro cardíaco. En Minnesota, el Minnesota Mobile Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Consortium marcó el inicio del primer programa comunitario de reanimación asistida por ECMO en los Estados Unidos, logrando una tasa de éxito del 100% en la canulación y tasas de supervivencia del 43% al alta hospitalaria y a los tres meses, demostrando su seguridad y eficacia.

En las revisiones de Ali, Samir et al. (7) y Leivaditis, Vasileios et al. (17), así como en la revisión sistemática de Holmberg, Mathias J et al. (18) se describen los resultados de varios ensayos clínicos aleatorios que abordan la eficacia y efectividad de ECPR en el PCEH. El ensayo ARREST, liderado por Yannopoulos et al., fue el primer ensayo clínico que comparó ECPR con SVAC estándar en

pacientes con paro cardíaco extrahospitalario. Tras incluir a 30 pacientes, se detuvo prematuramente debido a la superioridad demostrada de ECPR. La tasa de supervivencia al alta fue del 43% con ECPR y solo del 7% con SVAC estándar, con supervivencia neurológica favorable del 43% frente al 0%, respectivamente. Sin embargo, el pequeño tamaño muestral y el diseño de un único centro limitan la generalización de los resultados. El estudio OHCA de Praga, liderado por Belohlavek et al., no encontró una mejora sustancial en la supervivencia con un pronóstico neurológicamente favorable a los 180 días para pacientes con PCEH refractario tratados con transporte temprano durante el paro, ECPR y evaluación y tratamiento invasivos, en comparación con las prácticas estándar de reanimación. Es relevante señalar que el estudio puede haber carecido del poder estadístico necesario para detectar una diferencia clínicamente significativa. Sin embargo, un análisis secundario realizado por Rob, Daniel et al. (19) indicó que la ECPR se asoció con una mayor supervivencia a los 180 días entre los pacientes que no experimentaron un cese de circulación espontánea prehospitalaria.

Ciullo, Anna L, and Joseph E Tonna. (20) en su revisión, informaron sobre los resultados del ensayo INCEPTION, realizado por Suverein MM et al., en 10 centros cardioquirúrgicos holandeses. Este ensayo fue un estudio clínico aleatorizado y controlado multicéntrico en los Países Bajos, que incluyó a 134 pacientes con ritmo cardíaco mayormente desfibrilable que no lograron RSCE dentro de los 15 minutos posteriores a la PCEH. De estos pacientes, 29 fueron asignados al azar en una proporción de 1:1 a ECPR versus RCP-C. Los resultados mostraron que la supervivencia neurológicamente intacta (medida por la escala CPC 1-2) no mostró diferencias significativas entre los grupos (14 pacientes en ECPR versus 10 en RCP-C;  $p = 0.518$ ). La escala CPC (escala de rendimiento cerebral), detallada en el *anexo 4*, es el patrón de oro para la evaluación de la recuperación neurológica después del PCR y establece 5 categorías CPC 1: función cerebral normal, CPC 2: discapacidad moderada pero independiente para la vida diaria, CPC 3: discapacidad grave, CPC 4: estado de coma, CPC 5: muerte, considerando mal resultado neurológico un CPC 3-5. (29)

La revisión sistemática llevada a cabo por Jones, Dominic et al. (12) abarcó 270 casos de ECPR prehospitalaria. De estos, un total de 54 pacientes (20%) lograron sobrevivir hasta recibir el alta hospitalaria. La variable de resultado primaria más relevante reportada en los estudios fue la supervivencia con un resultado neurológico favorable, la cual se definió utilizando CPC de 1 o 2 al momento del alta hospitalaria.

Jones, Dominic et al. (12) y Ali, Samir et al. (7) en sus revisiones sistemáticas informaron sobre el mayor estudio de ECPR prehospitalario para paro cardíaco extrahospitalario realizado por Bougouin et al. Este estudio se inició en París en los SEM y se expandió a otras ciudades. Se basó en datos retrospectivos recopilados entre 2011 y 2018. Este servicio prehospitalario francés utiliza la unidad móvil de cuidados intensivos (UCIM), disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana, que se despliega en todos los casos de paro cardíaco presenciado, junto con una unidad de soporte vital básico (SVB). El objetivo principal es iniciar a los pacientes en un circuito de ECMO dentro de los 60 minutos siguientes al paro cardíaco presenciado y trasladarlos al hospital para recibir atención adicional. De casi 13.000 pacientes en PCEH, 525 y 136 recibieron ECPR en entornos intrahospitalarios y prehospitalarios, respectivamente. Aunque la ECPR no mostró un beneficio general de supervivencia, su aplicación específica en el entorno prehospitalario se asoció con una mejor supervivencia (OR 2.9;  $p = 0.002$ ).

El estudio de Lamhaut et al. analizado por Singer, Ben et al. (9), compara dos períodos de la estrategia ECPR antes y después. En el primer período, se requería un intervalo de 30 minutos de RCP-C antes del transporte al hospital o del inicio de ECPR prehospitalaria, resultando en un flujo bajo de hasta 90 minutos y una supervivencia del 8% con buenos resultados neurológicos. En el segundo período, se inició la ECPR dentro de los 20 minutos posteriores a la RCP-C, lo que aumentó la supervivencia con buenos resultados neurológicos al 29% y redujo el intervalo medio de flujo bajo en 20 minutos. La ECPR prehospitalaria mostró intervalos de flujo bajo más cortos y tasas más altas de RSCE en comparación con la ECPR intrahospitalaria en el análisis de propensión emparejada. Aunque no hubo diferencias en la supervivencia, se señala el riesgo

de sesgo en el tiempo de supervivencia en los pacientes con ECPR intrahospitalaria, debido a períodos adicionales de flujo bajo durante el transporte al hospital.

La revisión sistemática Petermichl et al. (8) realizaron un análisis retrospectivo de 69 casos de ECPR prehospitalaria en Ratisbona, Alemania, evaluando la confiabilidad de los biomarcadores de pronóstico. Veintiún (30,4%) pacientes sobrevivieron hasta el alta hospitalaria, y diecisiete (24,6%) sobrevivieron con un resultado neurológico favorable. Los autores encontraron que el tiempo hasta la ECPR fue significativamente más corto para los grupos CPC 1-2 en comparación con los no supervivientes (40 min frente a 47 min,  $p = 0,010$ ). No hubo diferencias estadísticamente significativas en el tiempo transcurrido hasta la ECPR entre los supervivientes con un resultado neurológico favorable y los que no.

La revisión de Marinaro, Jon et al. (21) presenta el primer caso de ECPR en América del Norte para FV refractaria, en un paciente varón de 65 años canulado en el campo, dentro de los 60 minutos recomendados. Después fue trasladado a la unidad de hemodinámica donde se le implantó un stent coronario. El servicio ECPR prehospitalario en Albuquerque se estableció en 2019 por el Hospital de la Universidad de Nuevo México, en colaboración con el servicio de bomberos y rescate. En el caso reportado, el paciente recibió ECMO 59 minutos después del colapso inicial, 40 minutos después del paro secundario y 15 minutos después de que ECMO-1 (servicio de bomberos) llegara. El tiempo total en la escena del SEM fue de 72 minutos, mientras que para ECMO-1 fue de 37 minutos. Al ingresar en el hospital, la TAC (Tomografía Axial Computarizada) cerebral y torácica no reveló hallazgos significativos. El paciente volvió a tener taquicardia sinusal y el ECG mostró un infarto de miocardio con elevación del segmento ST. Fue trasladado a la Unidad de cateterismo hemodinámico para colocación de endoprótesis vascular (stent) y, posteriormente, a la unidad de cuidados intensivos. Después de 24 horas, se retiraron la sedación y el protocolo de enfriamiento, pero se observaron pupilas fijas y dilatadas, confirmándose la muerte encefálica mediante una segunda TAC cerebral.

El informe de caso de Leivaditis, Vasileios et al. (17) describe la implementación de ECPR prehospitalaria en una mujer de 66 años que sufrió un paro cardíaco

repentino en un supermercado. Tras RCP inmediata, se diagnosticó FV y se llamó al equipo de intervención médica (MIC). Llegaron en 18 minutos, realizaron una canulación arteriovenosa percutánea y trasladaron a la paciente al hospital en 21 minutos. Se identificó enfermedad coronaria severa de tres vasos e isquemia en la pierna izquierda por la ECMO. Recibió levosimendán, un agente inotrópico relativamente nuevo que se emplea en casos de insuficiencia cardíaca descompensada, para estabilizar la función cardíaca. Tras siete días, retiraron la ECMO, pero debido a su patología base de EPOC grave, fue reintubada y se le practicó una traqueostomía. Tras un exitoso destete de la ventilación mecánica, recibió tratamiento antibiótico para una neumonía yatrogénica y se abordó su situación de insuficiencia cardíaca, desnutrición y se realizó fisioterapia con movilización temprana. Finalmente fue trasladada a una clínica de rehabilitación para continuar tratamiento.

La revisión de Okada, Yohei et al. (22) describe un sistema de ambulancia en Utsunomiya, Japón, que ofrece ECPR prehospitalario. Este sistema, lanzado en 2016, es el primero en Japón y único en Asia hasta la fecha. El hospital en Utsunomiya realiza alrededor de 100 casos de ECPR al año, cubriendo una población de aproximadamente 600.000 habitantes. La ambulancia de ECPR, llamada "UCI móvil", cuenta con suministros espaciosos y un equipo médico especializado, incluyendo dos médicos de urgencias, una enfermera y dos paramédicos. Este equipo es coordinado por los departamentos de emergencia locales cuando se identifica un candidato adecuado para ECPR. Los autores también destacan las ventajas significativas que ofrece el sistema ECPR prehospitalario, como la reducción del tiempo para iniciar la ECPR y la garantía de una RCP de alta calidad en el lugar. Aunque el sistema en Utsunomiya tiene una cobertura limitada en comparación con otros programas en París y Minneapolis-Saint Paul, representa un avance importante en la atención prehospitalaria de emergencia en Japón.

Fujita, Kensuke et al. (23) informan sobre dos casos de pacientes que sobrevivieron tras recibir ECPR prehospitalaria en zonas rurales y fueron dados de alta. En uno de los casos, un paciente con PCR debido a hipotermia accidental por ahogamiento, sobrevivió con buenos resultados neurológicos

después de recibir ECPR inmediatamente después del rescate. En el otro caso, un paciente que sufrió una PCR en su lugar de trabajo, a unos 90 minutos del centro médico, se benefició de la ECPR prehospitalaria, lo que redujo el tiempo de paro cardiopulmonar en aproximadamente 30 minutos y permitió su supervivencia hasta llegar al hospital. Los autores reconocen que la ECPR prehospitalaria tiene el potencial de salvar vidas en áreas rurales al reducir el tiempo de bajo flujo.

Por último, Mommers, Lars et al. (24) presentan los dos primeros casos de canulación prehospitalaria de ECPR en niños realizada por equipos médicos de emergencia en helicóptero (HEMS) con tripulaciones pequeñas (piloto, médico y enfermera de vuelo). Concluyen que la ECPR prehospitalaria en niños por equipos HEMS parece factible, con tiempos de canulación cortos. Esta intervención podría reducir los tiempos de flujo bajo y brindar acceso a una población más amplia a esta terapia de rescate, aunque sea necesaria más investigación para establecer su seguridad y beneficios en la población pediátrica.

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PACIENTES**

En este apartado se han encontrado artículos sobre los criterios a emplear, para identificar a aquellos pacientes que puedan tener un beneficio mayor en la aplicación de ECPR según la evidencia actual. (5,9,12,14,20,25,26,27,28)

En el estudio sistemático realizado por Jones, Dominic et al. (12), se detalla que, en el año 2021, la Organización de Soporte Vital Extracorpóreo (ELSO), organización sin ánimo de lucro que apoya a los profesionales de la salud y a los científicos que participan en la oxigenación por membrana extracorpórea, emitió una declaración de consenso, la cual incluye los criterios sugeridos para la inclusión de pacientes en protocolos de ECPR. Estos criterios están detallados en el *anexo 5*.

La revisión sistemática realizada por Singer, Ben et al. (9) señala que la probabilidad de supervivencia o de un buen resultado neurológico disminuye con la edad, especialmente después de los 64 años. No hay una asociación clara



entre la edad y un resultado favorable en estudios observacionales de ECPR para PCEH, y evaluar la edad con precisión en estos casos es difícil. Por lo tanto, sugieren que los 65 años podrían ser un límite razonable para aplicar ECPR prehospitalaria, considerando tanto la edad "cronológica" como la "fisiológica" del paciente. Los autores reconocen que algunos pacientes mayores de 65 años podrían beneficiarse de la ECPR prehospitalaria.

Koen et al. (14) revisaron los protocolos de ECPR de 2009 a 2019 para mejorar la estandarización y optimizar la supervivencia del paciente. Encontraron controversia sobre cómo la edad afecta los resultados de la ECPR y no establecieron una relación directa entre edad y supervivencia. Factores como el estado funcional inicial y enfermedades concomitantes son cruciales para el pronóstico. En el entorno prehospitalario, se usa la edad avanzada como criterio de exclusión debido a la limitada información, pero los autores sugieren que esto puede no ser apropiado.

Jeung, Kyung Woon et al. (25) señalan que, aunque la edad avanzada excluye en muchos protocolos, los límites varían. Algunos estudios encuentran asociaciones entre edad avanzada y malos resultados en pacientes con ECPR, mientras que otros no. Destacaron un estudio reciente que sugiere que muchos pacientes mayores de 75 años sobreviven con buenos resultados neurológicos después de la ECPR. Por lo tanto, la edad avanzada no debería ser una exclusión absoluta para la ECPR.

Singer, Ben et al. (9) destacan la importancia del ritmo cardíaco inicial en los casos de PCEH, indicando que la FV o la taquicardia ventricular sin pulso (TVSP) son factores pronósticos significativos. Este ritmo se utiliza como criterio de inclusión para la ECPR, mientras que la asistolia, por otro lado, se considera un indicador negativo y a menudo excluyente. La actividad eléctrica sin pulso (AESP) plantea un desafío clínico, ya que suele agruparse con la asistolia y se considera un factor pronóstico negativo. Sin embargo, ciertas causas de AESP, como la embolia pulmonar o la hipotermia, son reversibles y tienen un buen pronóstico con ECPR. Además, los pacientes con signos de vida, como esfuerzos respiratorios o reactividad pupilar, podrían ser considerados candidatos para ECPR, independientemente del ritmo cardíaco inicial.

Twohig, Callum J et al. (27) en su revisión sistemática y metaanálisis encontraron que un ritmo cardíaco inicial desfibrilable en pacientes que recibieron ECPR predice la supervivencia, coincidiendo con investigaciones previas. Por el contrario, se ha demostrado que la duración del estado de flujo bajo es menos importante para la supervivencia y resultado neurológico que el ritmo cardíaco inicial. Los autores indican que tener un ritmo cardíaco inicial desfibrilable puede ser un indicador fisiológico del estado del corazón en un paro cardíaco, independientemente del tiempo transcurrido. Kalra, Rajat et al. (5), en su revisión sistemática, también informan de mejores resultados de supervivencia en pacientes con ritmos desfibrilables tratados con ECPR en comparación con ritmos no desfibrilables.

Jeung, Kyung Woon et al. (25) indican que el ritmo inicial del ECG se ha utilizado ampliamente como criterio de inclusión o exclusión en la ECPR. También destacan que existe una asociación significativa entre ritmos desfibrilables y resultados positivos en pacientes sometidos a ECPR. Sin embargo, subrayan que los pacientes con ritmos iniciales no desfibrilables tienen un pronóstico menos favorable en comparación con aquellos con ritmos desfibrilables, pero que no deben ser excluidos de la ECPR únicamente por este motivo. Además, señalan que la ECPR puede ser beneficiosa en pacientes con ritmos iniciales no desfibrilables si presentan otros indicadores de buena recuperación neurológica, como paro presenciado, RCP por transeúntes y signos de vida. Finalmente, mencionan que un estudio reciente encontró que la ECPR se asoció con una mayor supervivencia en pacientes cuyo ritmo inicialmente no era desfibrilable pero que luego se convirtió en desfibrilable.

Singer, Ben et al. (9) en su revisión señalan que presenciar el colapso y realizar RCP son factores positivos en el pronóstico de la PCEH, aunque aún no se reflejan completamente en la ECPR debido a la limitada evidencia y variabilidad en los métodos de informe. Destacan la importancia del tiempo sin flujo, ya que la muerte celular neuronal comienza poco después de la pérdida de oxígeno cerebral. La mayoría de los centros de ECPR excluyen eventos no presenciados o períodos sin flujo mayores a 5 minutos. Los casos de colapso presenciado y RCP por espectadores pueden confirmarse en el lugar del incidente, siendo

criterios razonables para la selección de ECPR prehospitalaria. Además, sugieren que un período prolongado de flujo bajo aumenta el riesgo de fallo multiorgánico irreversible y lesión cerebral hipóxica, anulando los beneficios de la ECPR. Muchos centros de ECMO consideran un intervalo de ECPR de no más de 60 minutos como criterio. También plantean un dilema sobre el momento óptimo para iniciar ECPR en pacientes con PCEH, sugiriendo que iniciarla tempranamente tras el colapso parece lógico para evitar el "escaso flujo" y mejorar resultados, aunque hacerlo muy pronto expone a los pacientes a procedimientos invasivos con riesgos y beneficios no comprobados. Datos de cohortes sugieren que un intervalo de 10 a 20 minutos antes de iniciar ECPR podría ser más óptimo, alcanzando un equilibrio entre maximizar resultados con RCP y reconocer las limitaciones temporales de la ECPR.

Twohig, Callum J et al. (27) señalan que el tiempo de flujo bajo y el tiempo entre paro y ECPR son los predictores más documentados de un buen resultado en pacientes con ECPR. La RCP-C solo representa el 25-30% del gasto cardíaco, mientras que ECPR ofrece una perfusión coronaria y de órganos efectiva.

Jeung, Kyung Woon et al. (25) señalan que la duración de la RCP previa a la ECPR es crucial para los resultados. Varios estudios sugieren que una RCP prolongada se relaciona con peores resultados después de la ECPR. Establecer un límite más corto para la RCP en un protocolo podría mejorar los resultados. Aunque el tiempo máximo de RCP antes de que la ECPR sea ineficaz no está claro, muchos estudios sugieren que 60 minutos es el límite más comúnmente utilizado. Sin embargo, el tiempo necesario para iniciar la ECMO puede variar según la infraestructura y las capacidades del equipo médico. Por lo tanto, es razonable establecer un límite máximo de tiempo para la RCP en los protocolos de ECPR, considerando el tiempo requerido para la canulación en cada entorno, con el objetivo de iniciar la ECMO dentro de los 60 minutos posteriores al paro cardíaco.

Kalra, Rajat et al. (5) también señalan que la duración del paro previo al inicio de ECPR está directamente relacionada con la gravedad del daño metabólico en pacientes con paro cardíaco. ECPR proporciona una plataforma para estabilizar el estado hemodinámico y respiratorio, lo que permite tratar y revertir el trastorno

metabólico. Esto se asocia con una mayor supervivencia neurológicamente intacta en comparación con los enfoques ACLS estándar.

En su revisión sistemática de Dennis, Mark et al. (26) señalan que aún no hay indicaciones universalmente aceptadas para la ECPR. Destacan que las directrices del Ministerio de Salud francés sugieren considerar condiciones específicas, como causa reversible conocida, signos de vida durante la RCP, períodos sin flujo y con flujo bajo, ritmo cardíaco inicial desfibrilable, y un dióxido de carbono al final de la espiración (EtCO<sub>2</sub>) superior a 10 mm Hg. Sin embargo, estas directrices no han sido validadas prospectivamente, y pocos estudios han adoptado todas estas indicaciones. Otros criterios de inclusión comunes en estudios de ECPR son edades entre 18 y 65 años, PCEH presenciada, RCP inmediata por un testigo, acceso a angiografía coronaria inmediata y un período anticipado de bajo flujo. Por último, señalaron que la edad se ha informado, de manera variable, como un marcador de pronóstico negativo, pero no se considera una contraindicación para la ECPR.

Linde, Louise et al. (28) resaltan la complejidad y diversidad de factores que influyen en la decisión de aplicar o no la ECPR en pacientes con RCA. Entre los criterios de exclusión más comunes para iniciar ECPR se encuentran la prolongada duración del tratamiento prehospitalario, los trastornos metabólicos y los bajos niveles EtCO<sub>2</sub>. Mejorar los tiempos de flujo sanguíneo bajo y prestar una mayor atención a la calidad de las compresiones torácicas podría ampliar el grupo de pacientes aptos para recibir ECPR, incrementando así la tasa de supervivencia en casos de paro cardíaco refractario.

Finalmente, Ciullo, Anna L, and Joseph E Tonna. (20) señalan que la selección de pacientes es crucial en el proceso de identificar aquellos que podrían beneficiarse de la ECPR. Argumentan que los criterios de selección generalmente consideran factores como la edad, el ritmo de presentación, la RCP realizada por transeúntes, el tiempo total de flujo bajo, los antecedentes personales y la etiología del paro cardíaco. La aplicación rigurosa de estos criterios influye significativamente en el volumen de casos, las tasas de supervivencia observadas, los costos y el uso de recursos. Concluyen que criterios más estrictos de inclusión están asociados con mayores tasas de

supervivencia observadas. Sin embargo, subrayan la importancia de que cada institución adapte su programa de ECPR según los recursos disponibles y las necesidades de su comunidad.

### **ENSAYOS CLÍNICOS EN CURSO, FUTURO DE LA ECPR PREHOSPITALARIA**

En este apartado se han encontrado artículos que revisan los ensayos clínicos en curso sobre el uso de ECPR prehospitalario (5,7,9,12,26).

Jones, Dominic et al (12), Kalra, Rajat et al. (5), Dennis, Mark et al. (26) informan sobre el ECA Sub30, llevado a cabo por Barts y el London NHS Trust en Londres desde septiembre de 2019 hasta diciembre de 2022. Los resultados aún no están disponibles. El objetivo es evaluar la viabilidad de iniciar ECPR en 30 minutos en el Reino Unido. El resultado principal es la proporción de pacientes que reciben ECPR prehospitalario dentro de los 30 minutos posteriores al colapso. Las medidas secundarias incluyen factores de tiempo, complicaciones y supervivencia con resultado neurológico favorable. Se esperan seis pacientes inscritos. En casos donde ECPR no es posible, se compararán resultados con pacientes sin ECPR. Los criterios de inclusión están detallados en el *anexo 6*.

Singer, Ben et al. (9), Jones, Dominic et al (12) y Dennis, Mark et al. (26) informan sobre APACAR2, un estudio parisino, que comparó los resultados de supervivencia en ECPR prehospitalario y hospitalario. Concluido en 2020 con 65 pacientes, sus resultados y conclusiones no han sido publicadas en abril del 2024. El objetivo era demostrar una mejora significativa en la supervivencia y el resultado neurológico favorable con ECPR prehospitalaria. Los autores hipotetizaron una supervivencia del 20% con ECPR prehospitalaria frente a menos del 5% con ECPR intrahospitalaria. Los resultados secundarios incluyen tasas de canulación exitosa, complicaciones y tasas de donación de órganos entre los grupos.

Para concluir, Jones, Dominic et al. (12) y Ali, Samir et al. (7) informan sobre el inicio del ensayo ON-SCENE, un programa ECPR prehospitalario a nivel nacional que comenzó en los Países Bajos en enero de 2022. Este programa

implica que los HEMS inicien ECPR prehospitalario en pacientes de entre 18 y 50 años con PCEH presenciada sostenida. El sistema HEMS, que cubre una amplia zona geográfica, tiene como objetivo un tiempo de respuesta rápido de hasta 40 minutos, lo que potencialmente mejora las tasas de resultados neurológicos favorables. Por lo tanto, el ensayo ON-SCENE es el primer estudio ECPR a nivel nacional en el entorno prehospitalario que utiliza HEMS y se enfoca en pacientes jóvenes menores de 50 años, con una significativa mejora potencial en la supervivencia y la calidad de vida.

## **8. DISCUSIÓN**

En esta revisión sistemática se han recopilado y comparado datos de numerosos estudios sobre el impacto de la ECPR prehospitalaria, analizando la evidencia más reciente sobre su efectividad y los criterios de selección que pueden beneficiar más a los pacientes, según la evidencia actual.

La evidencia sobre los efectos de la ECPR prehospitalaria ha sido objeto de múltiples estudios y revisiones, reflejando un creciente interés en su potencial para mejorar la supervivencia y los resultados neurológicos en pacientes con PCEH. Kalra et al. (5) y Leivaditis et al. (17) señalan que la ECPR se originó en la década de 1980, inicialmente en un contexto postoperatorio, pero con la llegada de la ECMO-VA, su uso se ha extendido a situaciones agudas gracias a la mayor portabilidad y rapidez de implementación. Un ejemplo notable es el Minnesota Mobile Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Consortium, que demostró una tasa de éxito del 100% en la canulación y una supervivencia del 43% al alta hospitalaria y a los tres meses.

Diversos ensayos clínicos han evaluado la eficacia de la ECPR: El ensayo ARREST, liderado por Yannopoulos et al., mostró una significativa superioridad de la ECPR con una supervivencia al alta del 43% frente al 7% con la reanimación estándar, aunque su pequeño tamaño muestral limita la generalización de los resultados. En contraste, el estudio OHCA de Praga no encontró mejoras sustanciales en la supervivencia a los 180 días. El ensayo INCEPTION en los Países Bajos tampoco mostró diferencias significativas en la

supervivencia neurológica intacta entre ECPR y RCP-C (7,17,18,20).

Revisiones sistemáticas y estudios observacionales han proporcionado datos adicionales. Por ejemplo, Jones et al. y Ali et al. reportaron que la ECPR prehospitalaria mostró una mejora en la supervivencia en comparación con la ECPR intrahospitalaria, aunque estos estudios reconocen limitaciones como el tamaño de muestra y el entorno único de algunos estudios. En París, aunque la ECPR no mostró un beneficio general de supervivencia, un estudio de Bougouin et al. mostró una mejor supervivencia asociada con ECPR prehospitalaria (OR 2.9;  $p = 0.002$ ) (7,12). En Japón, un sistema de ambulancia especializado en ECPR en Utsunomiya ha demostrado ventajas significativas en la reducción del tiempo para iniciar ECPR. Además, estudios en áreas rurales han mostrado que la ECPR prehospitalaria puede ser crucial para reducir el tiempo de bajo flujo y mejorar la supervivencia en entornos donde los tiempos de traslado son largos (22,23).

Con respecto a los criterios de selección, la edad y el ritmo cardíaco inicial son factores cruciales. Singer et al. (9) y Koen et al. (14) sugieren que, aunque no hay un consenso claro, un límite de edad de 65 años podría ser razonable, aunque algunos pacientes mayores pueden beneficiarse de la ECPR. Ritmos cardíacos desfibrilables como la FV o la TVSP son indicadores positivos, mientras que la asistolia y la AESP suelen considerarse negativas. La presencia de colapso y la RCP inmediata por testigos son factores positivos. Se ha sugerido que un intervalo de 10 a 20 minutos antes de iniciar ECPR podría ser óptimo, equilibrando los beneficios de la RCP y los riesgos de la ECPR.

La ECPR en PCEH es una terapia altamente invasiva y también se asocia con complicaciones. Cuanto más tiempo necesite un paciente soporte ECMO, mayor será el riesgo de eventos adversos como sangrado, síndromes de respuesta inflamatoria sistémica e infecciones. Por lo tanto, la necesidad de ECMO únicamente durante un período corto se asocia con un mejor resultado. Es importante reconocer que la ECMO prehospitalaria no está exenta de desafíos y posibles complicaciones, incluyendo el riesgo de isquemia de las extremidades, hemorragia, complicaciones neurológicas e infección. El tratamiento de estas complicaciones es crucial y requiere un equipo sanitario bien coordinado con

experiencia en ECMO e intervenciones de cuidados críticos relacionadas.

Con la investigación en curso y la acumulación de más experiencias clínicas, es probable que la aplicación de ECMO prehospitalaria se vuelva más refinada y accesible, salvando potencialmente más vidas en situaciones donde el tiempo es esencial. En resumen, la evidencia sugiere que la ECPR prehospitalaria puede mejorar la supervivencia y los resultados neurológicos en pacientes con PCEH, aunque la efectividad varía según el contexto y los criterios de selección. La investigación en curso y los ensayos clínicos futuros serán cruciales para definir protocolos y optimizar su implementación.

Este trabajo presenta las siguientes fortalezas: Entre los aspectos destacados de este trabajo se encuentra el hecho de que se trata de una revisión sistemática, lo que ha permitido obtener una visión general exhaustiva del tema. Se ha empleado una metodología sistemática para identificar artículos relevantes sobre la ECPR prehospitalaria. Además, la estrategia de búsqueda utilizada es reproducible y se han seguido las recomendaciones PRISMA para informar sobre los principales resultados, adaptándolas al diseño específico de la presente revisión. Es importante también destacar algunas de las limitaciones: En primer lugar, la disponibilidad de estudios de alta calidad que puedan ofrecer pruebas concluyentes sobre la ECPR prehospitalaria es limitada. La evidencia actual se sustenta mayormente en estudios observacionales, los cuales enfrentan un mayor riesgo de sesgo y factores de confusión, en comparación con los ensayos controlados aleatorizados. Asimismo, la diversidad en los diseños y resultados de los estudios dificulta la comparación entre ellos, añadiendo complejidad en su análisis. En segundo lugar, este trabajo no sigue todas las directrices PRISMA, lo cual implica que no cumple con todos los requisitos establecidos para la realización estricta de una revisión sistemática. Solo un autor se encargó de realizar el cribado de los resultados. De igual manera, la búsqueda de resultados solo se realizó en una base de datos. Otra limitación es la elegibilidad de los artículos incluidos y los idiomas, ya que solo se incluyeron aquellos artículos a los que se pudo acceder de manera gratuita y que estuvieran redactados en español o inglés.

Sería beneficioso intentar replicar los resultados de esta revisión utilizando



estudios de mayor calidad, con un nivel de evidencia mayor, además de homogenizar el diseño de todos estos estudios para una mejor interpretación. Las futuras investigaciones en este ámbito deberían priorizar el perfeccionamiento de los criterios para la selección de pacientes, la optimización del momento de las intervenciones y la evaluación de los resultados a largo plazo. Se deben establecer protocolos y directrices estandarizados mediante esfuerzos colaborativos, garantizando la coherencia y la reproducibilidad en diversos entornos sanitarios. Además, la integración de tecnologías innovadoras y programas de capacitación continua serán fundamentales para mejorar la competencia de la implementación de ECMO prehospitalaria. La colaboración continua entre equipos multidisciplinares, junto con el compromiso con las prácticas basadas en evidencia, contribuirán al avance continuo de la ECMO prehospitalaria, como una intervención que salva vidas en escenarios de cuidados críticos.

## **9. CONCLUSIONES**

Esta revisión exhaustiva de la literatura ofrece una visión completa de la evidencia actual sobre la ECPR prehospitalaria y los criterios para identificar a los pacientes que más se podrían beneficiarse de su uso, basándose en la evidencia científica disponible. También se han analizado los ensayos clínicos en curso, que evalúan la eficacia de la ECPR en el entorno prehospitalario. A continuación, se presentan las conclusiones basadas en los objetivos planteados:

- La evidencia recopilada demuestra que la implementación de la ECPR en entornos prehospitalarios puede mejorar las tasas de supervivencia y los resultados neurológicos en ciertos grupos de pacientes. Sin embargo, la aplicación generalizada aún enfrenta desafíos logísticos y de recursos. La formación especializada del personal y la disponibilidad de equipos adecuados son cruciales para el éxito de esta intervención.
- Los estudios revisados sugieren que los pacientes más propensos a beneficiarse del ECPR son aquellos que experimentan una parada

cardíaca presenciada, con maniobras de reanimación iniciadas de inmediato y sin retrasos significativos en el transporte al hospital. La rapidez en la implementación de la ECPR y la reducción del tiempo de flujo bajo son factores cruciales para mejorar los resultados neurológicos y la supervivencia. Las revisiones sistemáticas destacan la importancia de iniciar la ECPR dentro de los primeros 60 minutos tras el paro cardíaco.

- Implementar la ECPR de manera efectiva requiere considerar cuidadosamente múltiples factores para maximizar las posibilidades de supervivencia y recuperación neurológica en pacientes con PCEH. Aunque existen desafíos y variabilidad en los estudios revisados, seguir evolucionando en la investigación y la práctica clínica, puede ayudar a refinar los criterios de selección y mejorar los resultados de esta intervención.
- La revisión de los ensayos clínicos en curso muestra un interés creciente en evaluar la eficacia de la ECPR en entornos prehospitalarios. Estos estudios están diseñados para abordar lagunas críticas en el conocimiento y proporcionar datos robustos que puedan guiar futuras prácticas clínicas. Los resultados preliminares son alentadores, aunque es necesario esperar a los resultados finales para obtener conclusiones definitivas sobre la viabilidad y efectividad del ECPR en estas circunstancias. Es crucial seguir investigando, para establecer protocolos efectivos, optimizar tiempos de respuesta y mejorar las tasas de éxito de ECPR prehospitalario. Además, se debe evaluar rigurosamente las complicaciones asociadas y el impacto a largo plazo en los pacientes

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Publicaciones. (2022, mayo 24). Recuperado el 26 de mayo de 2024, de CERCP website: <https://www.cercp.org/publicaciones-cercp/>
2. (S/f). Recuperado el 26 de mayo de 2024, de Eusal.es website: <https://eusal.es/eusal/catalog/view/978-84-9012-989-0/4382/21-1>
3. Perkins, G. D., Graesner, J.-T., Semeraro, F., Olasveengen, T., Soar, J., Lott, C., ... Nolan,

- J. P. (s/f). European Resuscitation Council Guidelines 2021 Resumen ejecutivo. Recuperado el 26 de mayo de 2024, de Semicyuc.org website: <https://semicyuc.org/wp-content/uploads/2021/09/RCP-Guias-ERC-2021-01-Resumen-Traduccion-oficial-ERCP.pdf>
4. Ambinder, D. I., Oberdier, M. T., Miklin, D. J., & Halperin, H. R. (2020). CPR and ECMO: The next frontier. *Rambam Maimonides medical journal*, 11(2).
  5. Kalra, R., Kosmopoulos, M., Goslar, T., Raveendran, G., Bartos, J. A., & Yannopoulos, D. (2020). Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest. *Current opinion in critical care*, 26(3), 228-235.
  6. Kim, S. K., Park, J. O., Park, H. A., Lee, C. A., Kim, S., Wang, S. J., ... & Lee, H. A. (2023). Analyzing willingness for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in refractory ventricular fibrillation. *Plos one*, 18(1), e0281092.
  7. Ali, S., Meuwese, C. L., Moors, X. J., Donker, D. W., van de Koolwijk, A. F., van de Poll, M. C., ... & Dos Reis Miranda, D. (2024). Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory cardiac arrest: an overview of current practice and evidence. *Netherlands Heart Journal*, 1-8.
  8. Petermichl, W., Philipp, A., Hiller, K. A., Foltan, M., Floerchinger, B., Graf, B., & Lunz, D. (2021). Reliability of prognostic biomarkers after prehospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation with target temperature management. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 29, 1-12.
  9. Singer, B., Reynolds, J. C., Lockey, D. J., & O'Brien, B. (2018). Pre-hospital extra-corporeal cardiopulmonary resuscitation. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 26, 1-8.
  10. Yogarajah, A., Verma, M. M., Claro, B., Finney, S. J., & Singer, B. (2020). Construction of a reusable, high-fidelity model for simulation of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *BMJ Simulation & Technology Enhanced Learning*, 6(1), 60.
  11. Song, C., Dennis, M., Burns, B., Dyson, S., Forrest, P., Ramanan, M., ... & Moylan, E. (2022). Improving access to extracorporeal membrane oxygenation for out of hospital cardiac arrest: pre-hospital ECPR and alternate delivery strategies. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 30(1), 77.
  12. Jones, D., Daglish, F. M., Tanner, B. M., & Wilkie, F. J. (2024). A review of pre-hospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation and its potential application in the North East of England. *International Journal of Emergency Medicine*, 17(1), 7.
  13. Verma, M., Yogarajah, A., Finney, S. J., & Singer, B. (2020). High-fidelity simulation to train a multiprofessional team in prehospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *BMJ Simulation & Technology Enhanced Learning*, 6(2), 112.

14. Koen, T. J., Nathanaël, T., & Philippe, D. (2020). A systematic review of current ECPR protocols. A step towards standardisation. *Resuscitation Plus*, 3, 100018.
15. Rouse, C. P., Mekwan, J., Atkinson, P., Rollo, D., Fraser, J., Middleton, J., ... & Gould, J. (2019). Introduction of an extracorporeal cardiopulmonary resuscitation eligibility protocol for paramedics in Atlantic Canada: a pilot knowledge translation project. *Cureus*, 11(11).
16. Millán, T. Álvarez. (2022, octubre 28). España carece de un servicio centralizado de ECMO portátiles: "Hay una preocupación real de que no lleguemos a tiempo". Recuperado el 26 de mayo de 2024, de El mundo website: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2022/10/29/635bc4d9e4d4d87e588b4578.html>
17. Leivaditis, V., Papatriantafyllou, A., Khokhar, S., Haaf, B., Kammerer, I., Kinn, M., ... & Dahm, M. (2023). Successful Prehospital Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation: A Comprehensive Case Report and Analysis of the Current Experience and Knowledge. *Cureus*, 15(12).
18. Holmberg, M. J., Granfeldt, A., Guerguerian, A. M., Sandroni, C., Hsu, C. H., Gardner, R. M., ... & Andersen, L. W. (2023). Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: an updated systematic review. *Resuscitation*, 182, 109665.
19. Rob, D., Smalcova, J., Smid, O., Kral, A., Kovarnik, T., Zemanek, D., ... & Belohlavek, J. (2022). Extracorporeal versus conventional cardiopulmonary resuscitation for refractory out-of-hospital cardiac arrest: a secondary analysis of the Prague OHCA trial. *Critical Care*, 26(1), 330.
20. Ciullo, A. L., & Tonna, J. E. (2024). The state of emergency department extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: Where are we now, and where are we going?. *Journal of the American College of Emergency Physicians Open*, 5(1), e13101.
21. Marinaro, J., Guliani, S., Dettmer, T., Pruet, K., Dixon, D., & Braude, D. (2020). Out-of-hospital extracorporeal membrane oxygenation cannulation for refractory ventricular fibrillation: A case report. *Journal of the American College of Emergency Physicians Open*, 1(3), 153-157.
22. Okada, Y, Fujita, K, Ogura, T, Motomura, T, Fukuyama, Y, Banshotani, Y, & Yokobori, S. (2024). Novel and innovative resuscitation systems in Japan. *ResuscitationPlus*, 17, 100541.
23. Fujita, K., Konn, A., Ogura, T., Kon, Y., Kondo, E., Konno, S., & Nodagashira, T. (2020). Prehospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest patients in rural areas: a case report of two patients. *Acute Medicine & Surgery*, 7(1), e577.
24. Mommers, L., Slagt, C., Rn, F. C., van der Crabben, R., Moors, X., & Dos Reis Miranda, D. (2023). Feasibility of HEMS performed prehospital extracorporeal-cardiopulmonary resuscitation in paediatric cardiac arrests; two case reports. *Scandinavian Journal of Trauma*,

*Resuscitation and Emergency Medicine*, 31(1), 49.

25. Jeung, K. W., Jung, Y. H., Gumucio, J. A., Salcido, D. D., & Menegazzi, J. J. (2023). Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: a review of recent literature on its benefits, key protocol components, and considerations for successful implementation. *Clinical and Experimental Emergency Medicine*.
26. Dennis, M., Lal, S., Forrest, P., Nichol, A., Lamhaut, L., Totaro, R. J., ... & Sandroni, C. (2020). In-depth extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adult out-of-hospital cardiac arrest. *Journal of the American Heart Association*, 9(10), e016521.
27. Twohig, C. J., Singer, B., Grier, G., & Finney, S. J. (2019). A systematic literature review and meta-analysis of the effectiveness of extracorporeal-CPR versus conventional-CPR for adult patients in cardiac arrest. *Journal of the Intensive Care Society*, 20(4), 347-357.
28. Linde, L., Mørk, S. R., Gregers, E., Andreasen, J. B., Lassen, J. F., Ravn, H. B., ... & Moller, J. E. (2023). Selection of patients for mechanical circulatory support for refractory out-of-hospital cardiac arrest. *Heart*, 109(3), 216-222.
29. Martínez, D. R. R. (2020, septiembre 16). Score neurológico tras parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria. Recuperado el 26 de mayo de 2024, de Sociedad Española de Cardiología website: <https://secardiologia.es/blog/11777-score-neurologico-tras-una-parada-cardiorrespiratoria-extrahospitalaria>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Hospitales con ECMO portátiles

#### HOSPITALES CON ECMO PORTÁTILES

- Área de actuación del Hospital Regional de Málaga
- Área de actuación del Hospital Vall d'Hebron, Barcelona
- Área de actuación del Hospital 12 de Octubre, Madrid



Datos aproximados sobre el total de 55-60 pacientes trasladados.

FUENTE: Elaboración propia.

TOMÁS ÁLVAREZ | EL MUNDO GRÁFICOS

**Anexo 2. Niveles de evidencia del JBI**

<b>Nivel I</b>	Revisión sistemática y metaanálisis
<b>Nivel II</b>	Ensayo controlado aleatorizado (ECA) o estudios experimentales
<b>Nivel III</b>	Estudio cuasiexperimental
<b>Nivel IV</b>	Revisión sistemática de métodos mixtos y metasíntesis cualitativa
<b>Nivel V</b>	Estudios descriptivos de correlación, predictivos de correlación y de cohortes
<b>Nivel VI</b>	Estudio descriptivo y estudio cualitativo
<b>Nivel VII</b>	Opinión de comités de expertos y autoridades

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Anexo 3. Grados de recomendación del JBI.**

GRADO A	GRADO B
<p>Recomendación “fuerte”:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los efectos deseables superan a los indeseables.</li><li>• Hay evidencia de calidad adecuada que apoye su uso.</li><li>• Hay un beneficio con impacto en el uso de recursos.</li><li>• Se tuvieron en cuenta los valores, las preferencias y la experiencia del paciente.</li></ul>	<p>Recomendación “débil”:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los efectos deseables parecen superar a los indeseables, pero no está claro.</li><li>• No hay evidencia de calidad adecuada.</li><li>• Hay un beneficio sin impacto o con uno mínimo sobre el uso de recursos.</li><li>• Los valores, preferencias y la experiencia en los pacientes pueden o no se han tenido en cuenta.</li></ul>

**Fuente:** *Elaboración propia*



**Anexo 4. Escala de rendimiento cerebral (Cerebral Performance Category)**

<b>CPC 1</b>	Recuperación total o discapacidad leve.
<b>CPC 2</b>	Discapacidad moderada pero independiente de las actividades de la vida diaria (AVD).
<b>CPC 3</b>	Discapacidad severa y dependencia de otros para las AVD.
<b>CPC 4</b>	Coma o estado vegetativo.
<b>CPC 5</b>	Muerte cerebral.

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Anexo 5. Criterios de inclusión y exclusión de la declaración de consenso de ELSO.**

CRITERIOS DE INCLUSIÓN ELSO (12)
Edad <70 años.
Recibió RCP por parte de un transeúnte en 5 minutos.
Ritmo cardíaco inicial de FV/TV/ Actividad eléctrica sin pulso (AESP).
Detención del flujo de ECMO <60 min.
etCO <sub>2</sub> > 10mmHg.
RSCE intermitente o FV recurrente.
Ausencia de comorbilidades limitantes de la vida.
No se conoce insuficiencia aórtica.

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Anexo 6. Criterios de inclusión y exclusión para el estudio sub30.**

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
<p>Presunta etiología cardíaca del paro.</p> <p>PCEH presenciado.</p> <p>Recibió RCP por parte de un transeúnte en 3 minutos (tiempo sin flujo &lt; 3 minutos).</p> <p>Permanecer en PCR 20 minutos después de la llamada a los SEM o no mantener RSCE en el entorno prehospitalario.</p>	<p>Visiblemente &lt; 18 o &gt; 65 años.</p> <p>Embarazo avanzado conocido o visible.</p> <p>No hay signos de vida (movimiento físico o respiración).</p> <p>Evidencia de compresiones torácicas ineficaces por:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ausencia de actividad eléctrica en el tiempo de espera de 20 minutos.</li><li>- ETCO<sub>2</sub> &lt; 10mmHg</li></ul> <p>Es poco probable que la ECMO beneficie al paciente con fragilidad grave o cáncer avanzado.</p>

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Anexo 7. Recopilación de los artículos seleccionados incluyendo las principales características de los estudios: autor/es principales diseño, año de publicación, principales resultados (N=17).**

AUTOR Y REFERENCIA	DISEÑO	AÑO	PRINCIPALES RESULTADOS	NIVEL EVIDENCIA	GRADO
Rajat Kalra, Marinos Kosmopoulos, Tomaz Goslar, Ganesh Raveendran, Jason A Bartos, Demetris Yannopoulos (5)	Revisión de literatura	2020	Fisiología de ECMO-VA y ECPR y análisis del papel de la ECPR en la atención de reanimación contemporánea.	VI	A
Vasileios Leivaditis, Athanasios Papatriantafyllou, Shbiha Khokhar, Bernd Haaf, Inna Kammerer, Michael Kinn, Stefan Hofer, Manfred Dahm (17)	Estudio observacional analítico	2023	Ejemplo pionero exitoso de ECPR prehospitalario que ejemplifica el éxito logrado mediante un enfoque multidisciplinario de la atención al paciente, involucrando equipos de disciplinas cardiovasculares, quirúrgicas, anestesiología y cuidados críticos.	VI	A

<p>Samir Alí, Christiaan L Meuwese, Xavier J. Moors, Dirk Donker, Anina F van de Koolwijk, Marcel CG van de Poll, Diederik Gommers, Dinis Dos Reis Miranda (7)</p>	<p>Revisión de literatura</p>	<p>2024</p>	<p>Las directrices europeas y americanas recomiendan considerar la ECPR en el caso de PCEH refractaria.</p> <p>Análisis de los recientes resultados de varios ECA que abordan la eficacia y efectividad de ECPR (ARREST, OHCA de PRAGA)</p> <p>Para PCEH refractaria con presunto origen cardíaco, la mayoría de los centros ECMO holandeses consideran la aplicación de ECPR en pacientes menores de 70 años, con FV/TVSP como el primer ritmo observado, y el inicio de SVB por parte de los espectadores. Además, el tiempo esperado desde el colapso hasta el inicio de la canulación no debe exceder los 60 min.</p>	<p>VI</p>	<p>A</p>
--	-------------------------------	-------------	---	-----------	----------

Mathias J Holmberg, Asger Granfeldt, Anne-Marie Guerguerian, Claudio Sandroni, Cindy H Hsu, Ryan M Gardner, Peter C Lind, Mark A Eggertsen, Cecilie M Johannsen, Lars W Andersen (18)	Revisión sistemática	2023	La ECPR es una terapia de rescate avanzada reconocida tanto por la AHA y el ERC para apoyar la circulación en pacientes seleccionados con paro cardíaco refractario. Aunque la ECPR puede extender el tiempo en el que se pueden tratar las causas reversibles de paro cardíaco, el beneficio de aplicar la ECPR, así como la selección óptima del paciente y el momento del procedimiento, siguen siendo inciertos.	I	B
Daniel Rob, Jana Smalcova, Ondrej Smid, Ales Kral, Tomas Kovarnik, David Zemanek, Petra Kavalkova, Michal Huptych, Arnost Komarek, Ondrej Franek, Stepan Havranek, Ales Linhart, Jan Belohlavek (19)	Metaanálisis	2022	En este análisis secundario del ensayo OHCA de Praga refractario aleatorizado, la ECPR aumentó tanto la supervivencia a 180 días como el resultado neurológico favorable en pacientes sin RSCE prehospitalario en comparación con pacientes tratados solo con SVA prolongado.	I	A

<p>Anna L Ciullo, Joseph E Tonna (20)</p>	<p>Revisión de literatura</p>	<p>2024</p>	<p>Análisis de la utilidad de la ECPR basándose en la evidencia actual obtenida de tres ensayos fundamentales (ARREST, PRAGA, INCEPTION).</p> <p>La ECPR es compleja y su éxito depende de la selección cuidadosa de pacientes, especialistas competentes y un enfoque altamente organizado. Sin embargo, incluso en condiciones ideales, su implementación no garantiza resultados positivos.</p>	<p>VI</p>	<p>B</p>
<p>Dominic Jones, Fiona M Daghish, Benjamin M Tanner, Fergus J M Wilkie (12)</p>	<p>Revisión sistemática</p>	<p>2024</p>	<p>El ensayo ARREST mostró una supervivencia significativamente mayor hasta el alta hospitalaria en pacientes tratados con ECPR. El ensayo se abandonó anticipadamente por probabilidad posterior de que la superioridad del ECPR excediera el límite preespecificado. Los ensayos INCEPTION y Praga OHCA no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia hospitalaria. Sin embargo, tuvieron una mediana de tiempos de ECPR de 74 min y 61 min respectivamente. Se realiza un análisis de las tendencias mundiales en ECPR prehospitalaria</p>	<p>I</p>	<p>A</p>

Ben Singer, Joshua C Reynolds, David J Lockey, Ben O'Brien (9)	Revisión de literatura	2018	Los resultados exitosos del ECPR dependen de la selección adecuada de candidatos, considerando edad, ritmo cardíaco, presencia en la parada y RCP realizada por transeúntes o duración del flujo bajo. La ECPR prehospitalaria busca reducir el tiempo de flujo bajo para mejorar la supervivencia y el resultado funcional post-PCEH. Los ensayos prospectivos como APACAR 2 ayudarán a refinar criterios de selección y a identificar que pacientes podrían beneficiarse de la ECPR prehospitalaria.	VI	B
Walter Petermichl, Alois Philipp, Karl-Anton Hiller, Maik Foltan, Bernhard Floerchinger, Bernhard Graf, and Dirk Lunz (8)	Revisión sistemática	2021	El origen no hipóxico del paro cardíaco, la compresión torácica manual hasta la ECPR, un tiempo corto de flujo bajo hasta el inicio de la ECPR, un índice de masa corporal (IMC) bajo y solo una necesidad mínima de soporte de oxigenación por membrana extracorpórea se asociaron con un buen resultado neurológico. después del ECPR.  Los pacientes ECPR con un IMC elevado a menudo tuvieron un resultado neurológico deficiente en comparación con los pacientes con un IMC normal.	I	A



			Esto se debe a que la obesidad dificulta la compresión y ventilación torácicas suficientes durante la reanimación. Una duración más corta de la RCP antes del inicio de la ECPR se asoció con una tasa de supervivencia significativamente mayor combinada con un buen resultado neurológico.		
Jon Marinaro, Sundeep Guliani, Todd Dettmer, Kimberly Pruett, Doug Dixon, Darren Braude (21)	Estudio transversal descriptivo	2020	Primer procedimiento ECPR en América del Norte para FV refractaria que involucró a un paciente masculino de 65 años que fue canulado en el campo dentro de la ventana de flujo bajo recomendada de 60 minutos y transportado a nuestra institución donde se sometió a stent coronario.	VI	A

<p>Yohei Okada, Kensuke Fujita, Takayuki Ogura, Tomokazu Motomura, Yuita Fukuyama, Yuki Banshotani, Rina Tokuda, Shinichi Ijuin, Akihiko Inoue, Haruka Takahashi, Shoji Yokobori (22)</p>	<p>Revisión de literatura</p>	<p>2023</p>	<p>Descripción general del sistema de ambulancias atendido por médicos que proporciona ECPR prehospitalario en la ciudad de Utsunomiya, lo que facilita la ECPR prehospitalaria.</p> <p>Ventajas del sistema ECPR prehospitalario como su potencial para acortar el tiempo necesario para iniciar la ECPR y al mismo tiempo garantizar una RCP de alta calidad en el lugar al eliminar la necesidad de traslado al hospital, así como su capacidad para mejorar la accesibilidad para un mayor número de personas.</p>	<p>VI</p>	<p>B</p>
<p>Kensuke Fujita, Akihide Konn, Takayuki Ogura, Yuri Kon, Eiji Kondo, Shingo Konno, Tatsuya Nodagashira (23)</p>	<p>Estudio transversal descriptivo</p>	<p>2020</p>	<p>Reporte de dos pacientes que sobrevivieron después de recibir ECPR prehospitalaria y fueron dados de alta en áreas rurales. El pronóstico del PCEH sigue siendo malo, especialmente para los pacientes con PCR en áreas rurales con una mayor duración del transporte a los hospitales. La ECPR prehospitalaria tiene el potencial de salvar vidas en zonas rurales al reducir el tiempo de bajo flujo.</p>	<p>VI</p>	<p>B</p>

<p>Lars Mommers, Cornelis Slagt, Freek Coumou Rn, Ruben van der Crabben, Xavier Moors, Dinis Dos Reis Miranda (24)</p>	<p>Estudio transversal descriptivo</p>	<p>2023</p>	<p>La canulación prehospitalaria de ECPR de niños (mayores) por parte de equipos regulares de HEMS parece factible con tiempos de canulación cortos. Esto puede reducir los tiempos de flujo bajo y proporcionar a una población potencialmente más amplia acceso a esta terapia de rescate. Se necesita más investigación para establecer la seguridad y los beneficios de esta intervención en la población pediátrica.</p>	<p>VI</p>	<p>B</p>
<p>Kyung Woon Jeung, Yong Hun Jung, Jorge Antonio Gumucio, David D Salcido, James J Menegazzi (25)</p>	<p>Revisión de literatura</p>	<p>2023</p>	<p>Unos criterios de selección de candidatos claramente definidos en un protocolo ECPR permitirían un rápido reconocimiento de los candidatos potenciales para ECPR. Varios factores, incluido el paro presenciado, el ritmo de presentación y la duración de la RCP, se han asociado con los resultados después de la ECPR</p> <p>La eficacia de ECPR sobre el tratamiento convencional en pacientes con PCEH refractario aún no está clara. ECPR puede ofrecer beneficios de supervivencia sobre RCP-C en pacientes</p>	<p>VI</p>	<p>B</p>

			seleccionados, siempre que se realice con estricto cumplimiento del protocolo en un sistema experimentado y con alta colaboración entre centros EMS y ECMO. ECPR es parte del sistema de atención para reanimación de paro cardíaco. Optimizar la cadena de supervivencia es esencial para mejorar los resultados.		
Mark Dennis, Sean Lal, Paul Forrest, Alistair Nichol, Lionel Lamhaut, Richard J Totaro, Brian Burns, Claudio Sandroni (26)	Revisión de literatura	2020	Hasta la fecha, no existen indicaciones unánimemente aceptadas para la ECPR. Las directrices del Ministerio de Salud francés sugieren considerarla en casos de PCEH con: causa reversible conocida, signos de vida durante RCP, duraciones sin flujo y con flujo bajo de <5 y 100 minutos respectivamente, ritmo inicial desfibrilable, y etCO2 >10 mm Hg. Estas directrices aún no están validadas prospectivamente. Hay varios estudios prospectivos (en curso o planificados) para evaluar la viabilidad y eficacia de la E-CPR prehospitalaria. Por ejemplo, el estudio London Sub 30 o el estudio APACAR 2.	VI	B

<p>Callum J Twohig, Ben Singer, Gareth Grier, Simon J Finney (27)</p>	<p>Revisión sistemática y metaanálisis</p>	<p>2019</p>	<p>La presencia de un ritmo cardíaco inicial desfibrilable en pacientes sometidos a ECPR predice la supervivencia. El tiempo de flujo bajo y el tiempo similar entre el paro y la ECPR son predictores clave de un buen resultado. La RCP-C solo genera el 25-30% del gasto cardíaco, mientras que la ECPR proporciona una perfusión coronaria y de órganos eficaz.</p>	<p>I</p>	<p>B</p>
<p>Luisa Linde, Sivagowry Rasalingam Mørk, Emilie Gregers, Jo Bønding Andreassen, Jens Flensted Lassen, Hanne Berg Ravn, Henrik Schmidt, Lars Peter Riber, Anette Thomassen, Helle Laugesen, Hans Eiskjær, Christian Juhl Terkelsen, Steffen Christensen,</p>	<p>Estudio de cohorte observacional retrospectivo</p>	<p>2023</p>	<p>El estudio destaca la heterogeneidad y complejidad a la hora de decidir si iniciar o no ECPR en pacientes con RCA. Las razones más frecuentes para abstenerse de ECPR fueron la larga duración del tratamiento prehospitalario, el trastorno metabólico y el nivel bajo de dióxido de carbono al final de la espiración. La reducción de los tiempos de flujo bajo y un mayor enfoque en la calidad de la compresión torácica puede aumentar la cantidad de pacientes elegibles para ECPR y potencialmente aumentar la cantidad de pacientes que sobreviven a un paro cardíaco refractario.</p>	<p>V</p>	<p>A</p>

marian tang, Hasse Moeller-Soerensen, Lene Holmvang, Jesper Kjaergaard, Christian Hassager, Jacob Eifer Moller (28)					
--	--	--	--	--	--

**Anexo 8.** Declaración PRISMA 2020.

Sección/tema	#	ÍTEM	Localización del ítem
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como una revisión sistemática.	Portada
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Consultar la lista de verificación de PRISMA 2020 para resúmenes.	Resumen
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	4
Objetivos	4	Proporcionar una declaración explícita de los objetivos o preguntas que aborda la revisión.	6
<b>MÉTODOS</b>			
Criterios de elegibilidad	5	Describir los criterios de inclusión y exclusión, y cómo se agrupan los estudios para la síntesis.	11
Fuentes de información	6	Especificar todas las bases de datos, registros, páginas web, organizaciones, listas de referencias y otras fuentes buscadas o consultadas para identificar los estudios. Especificar la fecha de la última búsqueda o consulta de cada fuente.	7
Estrategia de búsqueda	7	Presentar la estrategia completa de búsqueda para todas las bases de datos, registros y páginas web, incluyendo los filtros y límites utilizados.	8

Proceso de selección	8	Especificar los métodos utilizados para decidir si un estudio cumplió con los criterios de inclusión de la revisión, incluido cuántos revisores examinaron cada registro y cada informe recuperado, si trabajaron de forma independiente y, si corresponde, detalles de las herramientas informáticas utilizadas en el proceso.	7
Proceso de recopilación de datos	9	Especificar los métodos utilizados para recopilar datos de los informes, incluidos cuántos revisores recopilaron datos de cada informe, si trabajaron de forma independiente, cualquier proceso para obtener o confirmar los datos de los investigadores del estudio y, si corresponde, detalles de las herramientas informáticas utilizadas en el proceso.	(--)
Lista de datos	10a	Enumerar y definir todos los resultados para los que se buscaron datos. Especificar si se buscaron todos los resultados que eran compatibles con cada dominio de resultado en cada estudio (por ejemplo, para todas las medidas, puntos temporales, análisis) y, en caso contrario, los métodos utilizados para decidir qué resultados recopilar.	9
	10b	Enumerar y definir todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características del participante y de la intervención, fuentes de financiación). Describir cualquier suposición hecha sobre cualquier información faltante o poco clara.	(--)
Riesgo de sesgo en los estudios	11	Especificar los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios seleccionados, incluidos los detalles de las herramientas utilizadas, cuántos revisores evaluaron cada estudio y si trabajaron de forma independiente y, si corresponde, los detalles de las herramientas informáticas utilizadas en el proceso.  Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo: razón de riesgos o diferencia de medias).	(--)
Medidas de resumen	12	Definir para cada resultado la(s) medida(s) del efecto (p. Ej., cociente de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	(--)
Método de síntesis	13a	Describir los procesos utilizados para decidir qué estudios fueron elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de la intervención del estudio y comparándolas con los grupos planificados para cada síntesis (ítem # 5)).	9



	13b	Especificar los métodos necesarios para preparar los datos para su presentación o síntesis, como el manejo de las estadísticas resumidas que faltan o las conversiones de datos.	(--)
	13c	Describir cualquier método utilizado para tabular o mostrar visualmente los resultados de estudios y síntesis individuales	(--)
	13d	Describir cualquier método utilizado para sintetizar los resultados y proporcione una justificación para las opciones. Si se realizó un meta-análisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el grado de heterogeneidad estadística y el software utilizado.	(--)
	13e	Especificar cualquier método utilizado para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados del estudio (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	(--)
	13f	Describir cualquier análisis de sensibilidad realizado para evaluar la solidez de los resultados sintetizados	(--)
Evaluación del sesgo entre los estudios	14	Especificar cualquier método utilizado para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (quesurgen de sesgos de informe).	(--)
Evaluación de la certeza	15	Describir cualquier método empleado para evaluar la certeza (o confianza) en el conjunto de pruebas de un estudio	(--)
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	16a	Describir los resultados del proceso de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo.	12

	16b	Citar estudios que parezcan cumplir con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	(--)
Características de los estudios	17	Citar cada estudio incluido y presentar sus características.	38
Riesgo de sesgo en los estudios	18	Presentar evaluaciones del riesgo de sesgo para cada estudio incluido.	(--)
Resultados de los estudios individuales	19	Para todos los resultados, presentar, para cada estudio: (a) estadísticas resumidas para cada grupo (cuando corresponda) y (b) una estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de confianza), idealmente utilizando tablas o gráficos estructurados.	39
Síntesis de los resultados	20a	Para cada síntesis, resumir brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes	(--)
	20b	Presentar los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se realizó un metaanálisis, presente para cada uno la estimación resumida y su precisión (por ejemplo, intervalo de confianza) y medidas de heterogeneidad estadística. Si compara grupos, describa la dirección del efecto.	(--)
	20c	Presentar los resultados de todas las investigaciones de las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados del Estudio	(--)

	20d	Presentar los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la solidez de los resultados sintetizados.	40
Sesgo entre los estudios	21	Presentar evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (que surgen de sesgos de notificación) para cada síntesis evaluada	(--)
Certeza de la evidencia	22	Presentar evaluaciones de certeza (o confianza) en el cuerpo de evidencia para cada resultado evaluado.	(--)
<b>DISCUSIÓN</b>			
Discusión	23a	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras pruebas.	24
	23b	Discutir las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión	26
	23c	Analizar las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	26
	23d	Discutir las implicaciones de los resultados para la práctica, la política y la investigación futura.	27
<b>OTRA INFORMACIÓN</b>			
Registro y protocolo	24a	Proporcionar información de registro para la revisión, incluido el nombre de registro y el número de registro, o indique que la revisión no se registró.	(--)
	24b	Indicar dónde se puede acceder al protocolo de revisión o indique que no se preparó un protocolo.	(--)
	24c	Describir y explicar cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	(--)
Apoyo	25	Describir las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	(--)

Conflicto de intereses	26	Declarar cualquier conflicto de intereses de los revisores.	(--)
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Informar cuáles de los siguientes están disponibles públicamente y dónde se pueden encontrar: modelos de formularios de recopilación de datos; datos extraídos de los estudios incluidos; datos utilizados para todos los análisis; código analítico; cualquier otro material utilizado en la revisión.	(--)