



**Universitat de les
Illes Balears**

Título: “Efecto de la hipotermia terapéutica moderada inducida en adultos con cardiopatía isquémica aguda que recuperan el pulso tras una parada cardiorrespiratoria, aplicada a nivel extrahospitalario.”

NOMBRE AUTOR: Raquel Ariño Ferrer

DNI AUTOR: 73009006-Z

NOMBRE TUTOR: Jordi Pericàs Beltrán

Memoria del Trabajo de Final de Grado

Estudios de Grado de Enfermería
de la
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES

Curso académico 2014 – 2015

Fecha de entrega: 18 de Mayo de 2015

Palabras clave: Hipotermia Terapéutica Moderada, Parada Cardiorrespiratoria, Servicio de Emergencias, Adulto.

En caso de no autorizare l acceso público al TFG, marque la siguiente casilla:

Índice

	Pág.
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	4
MATERIAL Y MÉTODO	8
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN	21
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	28

RESUMEN

Introducción: La parada cardiorrespiratoria constituye uno de los principales problemas sanitarios en los países desarrollados, debido a la alta mortalidad y a las secuelas neurológicas que produce durante la parada. Sólo un 1,4% de los supervivientes de una parada cardíaca extrahospitalaria queda totalmente libre de alteraciones neurológicas y hasta un 64% puede presentar secuelas graves. Un importante avance en los cuidados avanzados tras la recuperación de la circulación espontánea ha sido el uso de la hipotermia terapéutica. El objetivo de este estudio es determinar los efectos de la inducción a la hipotermia terapéutica moderada realizada fuera del hospital tras una parada cardiorrespiratoria en pacientes que padecen una cardiopatía isquémica aguda comparando los resultados obtenidos con pacientes que no han recibido la terapia de forma extrahospitalaria.

Material y método: He realizado una búsqueda bibliográfica a través de las siguientes bases de datos y metabuscadores: Pubmed, Cochrane, Cuidatge, IBECS y EBSCOhost. Además, he realizado una búsqueda manual en revistas electrónicas como Critical Care, Circulation y Resuscitation. De 444 artículos encontrados, sólo 29 fueron seleccionados para la revisión, los cuales pertenecían a los criterios de inclusión.

Conclusiones: Ha resultado difícil encontrar evidencia suficiente para afirmar que la aplicación de la HT a nivel extrahospitalario mejore la supervivencia y la recuperación neurológica tras el alta. Sin embargo, resulta un método eficaz, seguro y factible para el descenso de la temperatura hasta la llegada al hospital.

Palabras clave: Hipotermia terapéutica moderada, parada cardiorrespiratoria, servicio de emergencias, adulto.

ABSTRACT

Introduction: The cardio-respiratory arrest is one of the mean health problems in developed countries, due to high mortality and neurologic sequel it produces during cardiac arrest. Only 1.4 % of out-of-hospital cardiac arrest survivors it's totally free of neurological alterations, up to 64% may have serious consequences. An important step forward in the advanced care after the return of spontaneous circulation has been the use of therapeutic hypothermia. The aim of this study is to determine the effects of induction to the therapeutic hypothermia moderate performed outside of the hospital after a cardio-respiratory arrest in patients who suffer from an acute ischemic heart disease by comparing the results obtained for patients who have not received the pre-hospital therapy.

Material and method: A literature search was performed through the following databases and meta-search engine: Pubmed, Cochrane, Cuidatge, IBECS and EBSCOhost. In addition, a manual search has been performed in electronic journals such as Critical Care, Circulation and Resuscitation. 444 items found, only 29 were selected for the review, which belonged to the criteria for inclusion.

Conclusions: Sufficient evidence was difficult to found to affirm the application of the pre-hospital hypothermia improves the survival and the neurological recovery after discharge. However, it's an effective, sure and feasible method for decrease of the temperature until arrival at the hospital.

Key Words: Mild therapeutic hypothermia, cardio-respiratory arrest, emergency services, adult.

INTRODUCCIÓN

La parada cardiorrespiratoria (PCR), o cese de la contracción miocárdica del corazón, constituye uno de los principales problemas sanitarios en los países desarrollados, debido a la alta mortalidad y a las secuelas neurológicas que derivan de la hipoperfusión cerebral, la cual provoca hipoxia cerebral durante la parada cardíaca (1,2). La hipoxia cerebral post-parada cardíaca, también conocida como encefalopatía anóxica, es una de las complicaciones de tipo neurológico más severas entre quienes sobreviven a una PCR que conlleva, en la mayoría de los casos, un deterioro importante de la calidad de vida del paciente (3). La lesión cerebral anóxica es responsable de, aproximadamente, los dos tercios de las muertes durante el periodo posterior a la parada cardíaca (3). Tal y como afirma Lázaro Paradinas, tras la isquemia, se desencadenan una serie de acciones fisiopatológicas que originan el daño celular, acidosis láctica, edema celular, la generación de óxido nítrico, la producción de radicales libres, liberación de citoquinas y la infiltración de macrófagos (4).

El pronóstico de un paciente recuperado de una PCR, depende en gran medida de la afectación neurológica que ha sufrido. Sólo un 1,4% de los supervivientes de una parada cardíaca extrahospitalaria queda totalmente libre de alteraciones neurológicas y hasta un 64% puede presentar secuelas graves (1,2). Se calcula que, en España, cada año son susceptibles de resucitación pulmonar un total de, aproximadamente, 24.500 personas, lo que implica una media de una parada cada 20 minutos, y esto supone un problema de grandes magnitudes para la salud pública por el gran impacto emocional que proporciona a las familias y el significativo coste económico que ocasiona, ya que supone 4 veces más muertes que los accidentes de tráfico (3). En el medio extrahospitalario se establece un 31% de supervivencia inicial en los pacientes con recuperación de la circulación espontánea (RCE) y un 10% de supervivencia al año tras sufrir una parada, en comparación con el 37% de supervivencia inicial con RCE y el 13% al año del medio hospitalario (2,3,5). Durante la última década, este hecho se relaciona con una mejor atención extrahospitalaria ante la PCR al mejorar de manera muy favorable el pronóstico de estos pacientes, aumentado así la supervivencia (2). La supervivencia tras un paro cardíaco extrahospitalario depende del tipo de asistencia inicial que se realice, y puede llegar a un 16-32% en los casos presenciados y asistidos de inmediato, pero se reduce enormemente si no es así. Por esta razón, la importancia de

disminuir el daño cerebral por anoxia o reperfusión ha llevado a acuñar el término “resucitación cardio-cerebral” (2).

Un importante avance en los cuidados para tratar a los supervivientes comatosos tras una PCR extrahospitalaria de origen cardíaco, después de la RCE, ha sido el uso de la hipotermia terapéutica (HT) para la protección del cerebro y otros órganos (6). Sin embargo, sigue habiendo dudas sobre las indicaciones específicas y sobre las poblaciones susceptibles de intervención, tiempo, duración de la terapia, métodos para la inducción, mantenimiento y posterior reversión de la hipotermia (6).

El uso de la HT moderada como tratamiento para mejorar el estado neurológico tras una PCR fue descrito por primera vez en la década de los 50, pero según Camarero y Saboya, no fue hasta el año 2002, gracias a los resultados del Estudio HACA (7) y el realizado por Bernard et al, en 2002 (8), cuando se desarrolló e implementó esta técnica (1). En la actualidad, el empleo de la HT se está extendiendo como tratamiento inicial en determinados tipos de pacientes, sobre todo en situaciones de daño cerebral potencial o real (1), como demuestra el que varios departamentos del Servicio de Emergencias Médicas (SEM), para la atención extrahospitalaria, y Unidades de Cuidados Intensivos, de hospitales españoles y norteamericanos, hayan implementado protocolos para la inducción de la hipotermia en pacientes con PCR extrahospitalaria, con el objetivo de mejorar los resultados neurológicos y la supervivencia (2,9).

La HT consiste en la aplicación de frío con el objetivo de disminuir, de forma controlada y progresiva, la temperatura corporal actuando como protector cerebral (4). El *European Resuscitation Council* (ERC) y la *American Heart Association* (AHA) contemplan la utilización de la HT, incluyendo a los supervivientes comatosos de PCR asociada inicialmente tanto a ritmos no desfibrilables - asistolia y actividad eléctrica sin pulso (AESP) - como a ritmos desfibrilables – fibrilación ventricular/ taquicardia ventricular (FV/TV) -, aunque se reconoce un menor nivel de evidencia para los ritmos no desfibrilables (1). No obstante, existen una serie de contraindicaciones a la hora de aplicar la hipotermia como protector neuronal, tales como una temperatura corporal inferior a 32°C (hipotermia espontánea), estado de coma por otras causas distintas a una parada cardíaca, embarazo, una enfermedad terminal previa a PCR o una hemorragia activa incontrolable (1).

En la literatura se reflejan los efectos beneficiosos, como protector neurológico, encontrados al someter a HT a los sujetos a estudio; e incluso también lo documentan estudios realizados en animales (9,10). Al inducir frío, encontramos mecanismos de neuroprotección como la reducción del metabolismo neuronal (por cada grado de temperatura, la tasa metabólica cerebral disminuye un 6-7%, lo que conlleva una disminución importante del consumo de oxígeno y glucosa, y consecuentemente, mejora el suministro de oxígeno a zonas de isquemia) (4).

La mayoría de los ensayos clínicos, incluidos los estudios realizados con animales, aplican la HT disminuyendo la temperatura corporal a los 32 – 34°C, clasificada como hipotermia moderada (9,11). Sin embargo, no se ha conseguido evidenciar a qué temperatura se ha de inducir la HT para conseguir unos resultados óptimos. El estudio realizado por Don, en el año 2009 en los Estados Unidos, evaluó retrospectivamente – entre el año 2000 y 2004 – a 491 pacientes con quienes hacía una comparación entre la aplicación de la HT a 287 pacientes y su no aplicación a los 204 restantes, tras una PCR extrahospitalaria (9). Don afirma que la aplicación del frío inducido a 34°C puede ser suficiente para resucitar a pacientes en FV y obtener buenos resultados (9). No obstante, establece que la temperatura óptima de hipotermia para mejorar los resultados neurológicos en este tipo de pacientes necesita de más estudios prospectivos (9).

La AHA y el *International Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR), recomiendan el enfriamiento a 32 - 34°C, durante 12 - 24 horas, en pacientes inconscientes, después de haber sido resucitados, tras una PCR fuera del hospital cuando presentan un ritmo de FV/TV (9). En 2005, la AHA, publicó una guía de cuidados post-resucitación, en la cual, el uso de la HT moderada, fue clasificada como nivel de recomendación IIA (razonable para la aplicación del tratamiento); lo que significa que el peso de la evidencia y opiniones profesionales están a favor del procedimiento o tratamiento (9). Sin embargo, otros estudios afirman que la evidencia que lo apoya es limitada y la temperatura corporal asociada con los mejores resultados no es conocida con exactitud (11). Además, sólo una minoría de profesionales la aplican, ya que muchos se basan en su “juicio clínico” a pesar de existir sugerencias en guías internacionales. No obstante, se disponen de pocos protocolos de actuación al respecto (4).

La aplicación de la hipotermia como tratamiento tras una PCR, es una técnica poco extendida en nuestro país. Un estudio realizado en 2009, en el Servicio de Cardiología del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid, fue la primera experiencia en la aplicación de un protocolo de ésta como técnica terapéutica, implantado desde 2003, a pacientes en coma tras una parada prolongada de causa cardíaca por FV o TV, obteniendo resultados que contribuyen a la mejora en el pronóstico de la encefalopatía anóxica (2). La utilización de la HT en la práctica clínica ha sido incorporada lentamente por varias razones como son la falta de datos clínicos, de conocimientos en el método para conseguir la hipotermia y la dificultad de su implementación. Sin embargo, se ha demostrado que la inducción a la hipotermia moderada tras la PCR se comporta como elemento neuroprotector que disminuye la mortalidad y reduce los daños neurológicos consecuentes de la parada (9).

El tiempo de RCE es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para conseguir resultados neurológicos beneficiosos, sobre todo en pacientes con ritmos desfibrilables como la FV. Estudios con animales han demostrado que la HT durante la PCR o 15 minutos después de la recuperación del pulso, ofrece mejores resultados de protección neurológica, en comparación con el paso del tiempo mayor a 30 minutos o 1 hora (9,10). De esta información, se deduce la importancia del factor tiempo en conseguir una hipotermia efectiva y obtener buenos resultados, ya que, como afirma Castrejón en su estudio, el inicio del enfriamiento debe llevarse a cabo lo más precozmente posible (2). El factor tiempo es sumamente importante, ya que se debe evitar que el paciente sufra hipertermia, puesto que ésta afecta negativamente a los resultados clínicos; es decir, si la temperatura sube por encima de los 38°C, la isquemia cerebral puede agravarse de manera considerable, y es característico que aparezca en las primeras 2 horas siguientes a la PCR, a pesar de recibir reanimación de calidad y siendo satisfactoria (12).

Hasta hace pocos años, no se había comenzado a aplicar esta técnica como tratamiento tras un paro cardíaco en el ambiente extrahospitalario. Una de las razones de su no implantación en los SEM es que todavía existen grandes diferencias en cuanto al momento más indicado para su puesta en marcha, las horas transcurridas hasta alcanzar la temperatura objetivo y el método óptimo que se ha de aplicar (2). La cuestión radica en si una mayor precocidad para alcanzar la temperatura objetivo repercute efectivamente en beneficio del paciente o si la aplicación de esta técnica puede esperar a

la llegada al hospital. A raíz de esta incógnita, me planteo la siguiente pregunta: “¿La inducción de la HT moderada, a nivel extrahospitalario, mejora la supervivencia y las lesiones neurológicas, en adultos con cardiopatía isquémica aguda que sufren una PCR fuera del hospital, después de recuperar el pulso tras una reanimación cardiopulmonar de calidad?”, con el fin de responderla mediante el análisis y comparación de datos publicados en revistas científicas.

Para la elaboración de la pregunta de investigación he utilizado la estrategia P.I.C.O. de la siguiente manera:

- Población: Personas adultas que han sufrido una parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria por una cardiopatía isquémica aguda y son reanimados, pero siguen comatosos tras recuperar el pulso espontáneo.
- Intervención: Aplicación de HT moderada en el ambiente extrahospitalario.
- Comparación: No aplicación de la HT moderada en el ambiente extrahospitalario.
- Resultados (Outcomes): Conseguir un buen pronóstico de supervivencia y recuperación neurológica tras el alta hospitalaria.

Dando respuesta a esta pregunta, pretendo conocer aquella evidencia científica disponible que determine los efectos beneficiosos que produce la aplicación de la HT en el ambiente extrahospitalario en pacientes que han sufrido una PCR fuera del hospital y compararla con aquella población a quienes no se les aplica la terapia en este entorno, en relación a la importancia de la intervención asistencial precoz.

MATERIAL Y MÉTODO

Objetivos.

Objetivo general: Determinar los efectos de la inducción a la HT moderada, realizada fuera del hospital tras una PCR, en pacientes que padecen una cardiopatía isquémica aguda comparando los resultados obtenidos con pacientes que no han recibido la terapia de forma extrahospitalaria.

Como objetivos específicos:

1) Evidenciar la efectividad según el momento de aplicación la HT, durante la RCP o tras la RCE, en pacientes no hospitalizados.

2) Analizar la variación en el pronóstico que puede producir la HT moderada precoz sobre la supervivencia y la recuperación neurológica en aquellos pacientes que han sufrido un paro cardíaco fuera del hospital, en comparación con su no aplicación, tras ser dados de alta del hospital.

3) Evaluar las evidencias sobre la seguridad y la fiabilidad de la aplicación de la HT moderada tras una PCR extrahospitalaria en pacientes que recuperan la circulación espontánea tras ser reanimados.

Estrategia de búsqueda bibliográfica.

Para realizar la búsqueda he utilizado las palabras claves que se exponen en la tabla 1, las cuales han sido transcritas a descriptores de las ciencias de la salud, mediante la herramienta DeCS.

La búsqueda bibliográfica la realicé el 1 de febrero de 2015. Abarqué las bases de datos de Pubmed, Cochrane, Cuidatge e IBECS y el metabuscador EBSCOhost. Además, la complementé con una búsqueda manual en revistas científicas electrónicas notables de los últimos diez años como Critical Care, Circulation y Resuscitation.

Tabla 1. Descriptores DeCS.

Palabra clave	Descriptor	Castellano	Inglés
Hipotermia terapéutica moderada	Raíz 1	Hipotermia inducida	Induced hypothermia
Parada cardiorrespiratoria	Raíz 2	Paro Cardíaco Extrahospitalario	Out- of-hospital cardiac arrest
Servicios de emergencias	Secundario 1	Servicios Médicos de Urgencias	Emergency Medical Services
Adulto	Secundario 2	Adulto	Adult

Criterios de inclusión/ exclusión de los artículos a revisar.

Para esta búsqueda he determinado los siguientes criterios de inclusión:

- Tipos de estudio: Ensayos clínicos, estudios comparativos, artículos en revistas, revisiones sistemáticas, revisiones bibliográficas y metaanálisis.
- Idiomas: Inglés y español.
- Años de publicación: Periodo desde el uno de enero del año 2005 hasta el 15 de febrero del año 2015, ambos incluidos.
- Sujetos de estudio: Personas mayores de 18 años, de ambos sexos, que hayan padecido una PCR fuera del hospital de origen cardíaco.

De la misma manera, excluí los hallazgos:

- En los que la HT no fue aplicada en el síndrome post-parada cardíaca por cardiopatía isquémica aguda dentro del ámbito extrahospitalario.
- Que no evalúen la supervivencia y el daño neurológico.
- Que no apliquen el método de HT moderada como tratamiento tras una PCR.
- Para los que resulte imposible el acceso al texto completo.

Respecto a la metodología de búsqueda realizada mediante los descriptores expuestos en la tabla 1, relacionados con los operadores booleanos, se describe a continuación junto con los resultados obtenidos en la búsqueda de las diferentes bases de datos y sus condiciones de inclusión.

Base de datos: PUBMED	
Descriptores y booleanos	Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services AND Adult.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idiomas Inglés y Español.
Encontrados	56 artículos.
Excluidos por título y abstract	41 artículos.
Excluidos no texto completo	2 artículos.
Repetidos	0 artículos.
Seleccionados	13 artículos.
Referencias	(Hunter et al, 2014; Bosson et al, 2014; Kim et al, 2014; Shinada et al, 2013; Škullec et al, 2010; Bernard et al, 2010; Cady and Andrews, 2008; Hammer et al, 2009; Kämäräinen et al, 2009; Kämäräinen et al, 2008; Storm et al, 2008; Kim et al, 2007; Busch et al, 2006)

Base de datos: PUBMED	
Descriptores y booleanos	Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idiomas Inglés y Español.
Encontrados	81 artículos.
Excluidos por título y abstract	57 artículos.
Excluidos no texto completo	1 artículo.
Repetidos	15 artículos.
Seleccionados	8 artículos.
Referencias	(Nordberg et al, 2013; Deasy et al, 2011; Cabanas et al, 2011; Behringer et al, 2009; Kim et al, 2009; Uray et al, 2008; Suffoletto et al, 2008; Bernard et al, 2007)

Base de datos: COCHRANE	
Descriptores y booleanos	Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services AND Adult.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idiomas Inglés y Español.
Encontrados	3 artículos.
Excluidos por título y abstract	2 artículos.
Excluidos no texto completo	0 artículos.
Repetidos	1 artículo.
Seleccionados	0 artículos.

Base de datos: COCHRANE	
Descriptores y booleanos	Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idiomas Inglés y Español.
Encontrados	11 artículos.
Excluidos por título y abstract	2 artículos.
Excluidos no texto completo	0 artículos.
Repetidos	8 artículos.
Seleccionados	1 artículo.
Referencias	(Bernard et al, 2002)

Base de datos: CUDATGE	
Descriptores y booleanos	Hipotèrmia induïda.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idioma Español.
Encontrados	5 artículos.
Excluidos por título y abstract	4 artículos.
Excluidos no texto completo	0 artículos.
Repetidos	0 artículos.
Seleccionados	1 artículos.
Referencias	(Conejo Pérez, 2011)

Base de datos: IBECS	
Descriptores y booleanos	Hipotermia Inducida AND Paro Cardiaco Extrahospitalario AND Atención Prehospitalaria.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idioma Español.
Encontrados	2 artículos.
Excluidos por título y abstract	0 artículos.
Excluidos no texto completo	0 artículos.
Repetidos	0 artículos.
Seleccionados	2 artículos.
Referencias	(Barreña Oceja et al, 2011; Corral Torres et al, 2011)

Metabuscadore: EBSCOhost	
Descriptores y booleanos	Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idiomas Inglés y Español, Adultos.
Encontrados	16 artículos.
Excluidos por título y abstract	11 artículos.
Excluidos no texto completo	0 artículos.
Repetidos	4 artículos.
Seleccionados	1 artículo.
Referencias	(Lyon et al, 2010)

Revista: CRITICAL CARE	
Descriptores y booleanos	Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idiomas Inglés y Español.
Encontrados	32 artículos.
Excluidos por título y abstract	29 artículos.
Excluidos no texto completo	0 artículos.
Repetidos	1 artículo.
Seleccionados	2 artículos.
Referencias	(Bruel et al, 2008; Yajnik and Gómez, 2014)

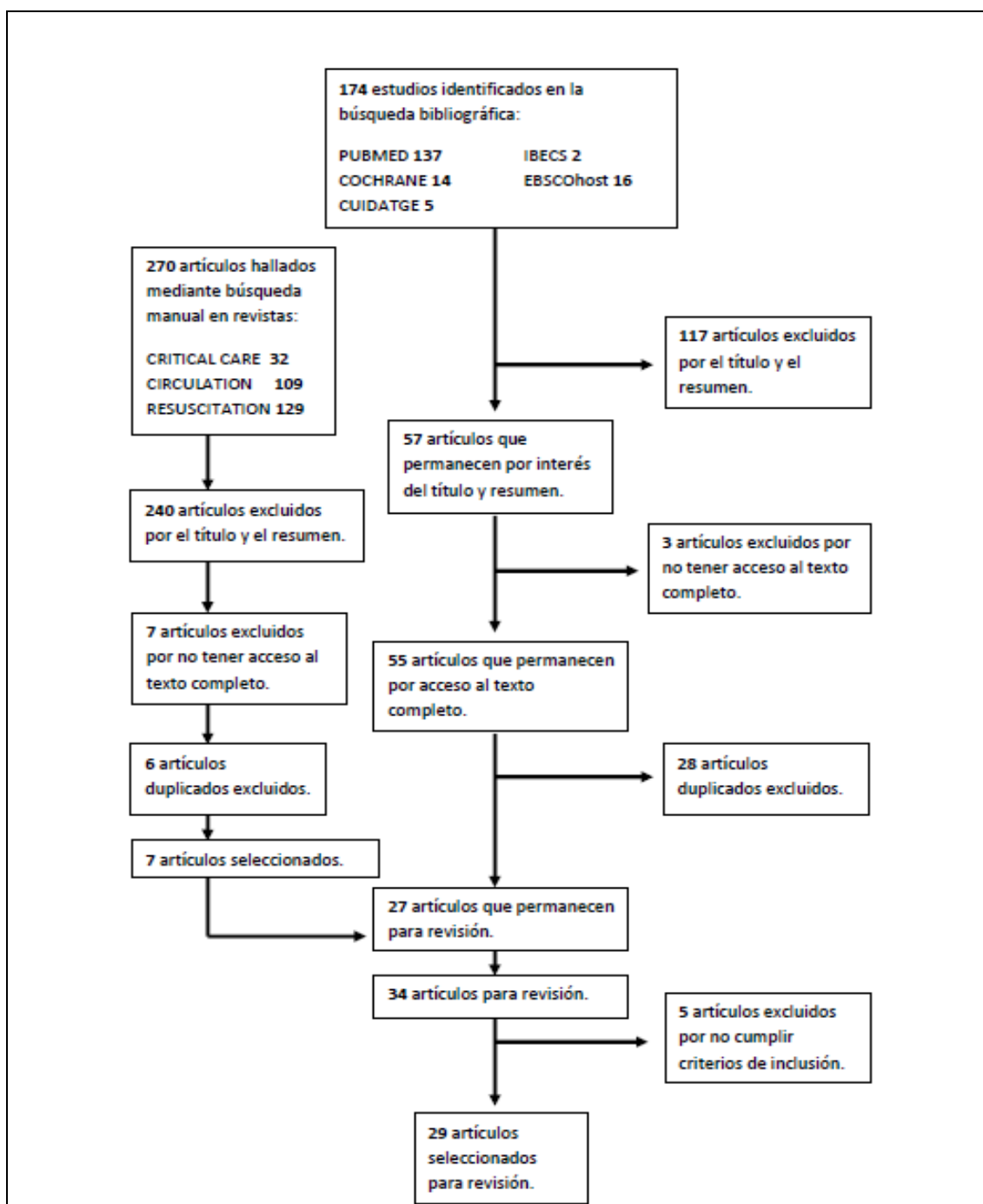
Revista: CIRCULATION	
Descriptores y booleanos	Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idiomas Inglés y Español.
Encontrados	109 artículos.
Excluidos por título y abstract	102 artículos.
Excluidos no texto completo	3 artículos.
Repetidos	2 artículos.
Seleccionados	2 artículos.
Referencias	(Mooney et al, 2011; Stub et al, 2011)

Revista: RESUSCITATION	
Descriptores y booleanos	Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services.
Límites/criterio inclusión	Humanos, 10 últimos años, idiomas Inglés y Español.
Encontrados	129 artículos.
Excluidos por título y abstract	109 artículos.
Excluidos no texto completo	4 artículos.
Repetidos	3 artículos.
Seleccionados	3 artículos.
Referencias	(Diao et al, 2013; Kämäräinen et al, 2008; Uray et al, 2015)

RESULTADOS

La búsqueda bibliográfica inicial en las bases de datos y metabuscadores dio un total 174 artículos. Un total 117 fueron excluidos por el título y el resumen. También fueron excluidos 3 artículos por no tener acceso al texto completo. Y un total de 28 se hallaban duplicados, por lo que también fueron excluidos. Finalmente, obtuve un total de 27 artículos relacionados con el objetivo del estudio en las siguientes bases de datos y metabuscadores: Pubmed (21), Cochrane (1), Cuidatge (1), IBECs (2) y EBSCOhost (1). Todos los artículos seleccionados para el análisis de la información fueron leídos y revisados para su posterior evaluación crítica. De acuerdo con los criterios de exclusión, fueron rechazados 5 de los 27 artículos, tal y como se muestra en el diagrama de flujo (tabla 2): Takuro Shinada et al, 2013; Bernard and Rosalion, 2008; Bosson et al, 2014 y Bernard et al, 2002.

Tabla 2. Diagrama de flujo del proceso de selección de los resultados de la búsqueda.



Un total de doce ensayos clínicos, nueve revisiones sistemáticas, tres estudios de cohortes, cuatro estudios de casos y controles y un cuestionario de plantilla han sido incluidos para el estudio. Nueve de estos fueron realizados en los Estados Unidos, tres en España, Austria, Finlandia, Francia y Australia, y uno en la República Checa, Bélgica, Alemania, Noruega y China.

A continuación, en la tabla 3, se detallan los resultados obtenidos de los artículos seleccionados tras el análisis de las bases de datos, y la descripción de los mismos, ordenados alfabéticamente por el apellido del primer autor.

Tabla 3. Resultados obtenidos de la búsqueda en bases de datos y metabuscadores.

ARTÍCULO (REVISTA)	PAÍS	TIPO DE ESTUDIO (TIEMPO)	MUESTRA (EDAD MEDIA)	RITMO INICIAL	MÉTODO	TIEMPO DE INICIO	RESULTADOS
Barreña Oceja et al, 2012 (13) (Emerg.)	España	Cohorte (prospectivo)	N= 30 (65'4)	Todos*	IV de SF a 4°C + hielo químico	Después RCE	La supervivencia con buena recuperación neurológica fue del 60% en los 10 pacientes con HT y de 15% en los 20 que no.
Behringer et al, 2009 (14) (Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.)	Austria	Artículo de revisión					Sugiere la combinación de métodos de enfriamiento intravenosos y placas frías, ya que puede ser más efectiva y rápida.
Bernad et al, 2010 (15) (Circulation)	Australia	ECA (prospectivo)	N= 234 (63'4)	FV	IV de Ringer frío	Después RCE	Se consiguió un descenso de temperatura central de 0'8°C. En el grupo de HT extrahospitalaria, un 47'5% de los pacientes tuvieron resultados favorables al alta en comparación con el 52'6% de los pacientes que fueron enfriados en el hospital.
Busch et al, 2006 (16) (Acta Anaesthesiol. Scand.)	Noruega	ECA (controles históricos)	Control N= 34 (60) Caso N= 27 (60)	Todos	Placas de hidrogel	Después RCE	La temperatura objetivo se alcanzó en el 89% de los pacientes. Aparecieron complicaciones como hipototase-mia, resistencia a la insulina y lesiones cutáneas. La tasa de supervivencia fue del 59% en HT.
Cabanas et al, 2011 (17) (J. Emerg. Med.)	Estados Unidos	RS					Tras la revisión de 11 artículos, concluye que es necesario realizar una mayor investigación en esta área, pero puede resultar eficaz la aplicación de la HT moderada en el medio pre-hospitalario por el SME.

Cady and Andrews, 2008 (18) (Prehosp. Emerg. Care.)	Estados Unidos	Artículo de revisión					Reconoce evidencia que sugiere la iniciación lo más pronto posible de la HT moderada, desconociendo el mejor método aplicable. Sin embargo, sugiere mayor investigación de la evidencia para su aplicación extra hospitalaria.
Conejo Pérez, 2012 (19) (NURE Inv.)	España	RS					Tras revisar 5 ensayos clínicos, concluye que la HT moderada, realizada en el ambiente pre-hospitalario, es eficaz y segura, mejorando el estado neurológico al alta del paciente.
Corral Torres et al, 2012 (20) (Emerg.)	España	Estudio Caso - Control (prospectivo)	Caso N= 40 (59) Control N= 40 (62)	Todos	Sistema de convección (manta térmica) + IV de SF frío	Después RCE	El 50% de los casos presentaron buena recuperación neurológica frente al 27.5% de los controles, tanto para ritmos desfibrilables como no desfibrilables.
Deasy et al, 2011 (21) (BMC Emerg. Med.)	Australia	ECA (prospectivo)	N= 2512 (-)	Todos	IV de SF a 4°C	Antes de RCE	Diseño de un ensayo clínico. No dispone de resultados.
Hammer et al, 2009 (22) (Am. J. Emerg. Med.)	Francia	ECA (retrospectivo)	N= 99 (64)	FV/ asistolia/ AESP	IV de SF a 4°C	Después RCE	La tasa de los pacientes que ingresaron con una temperatura <35°C fue del 41% en el grupo de HT y un 18% en el grupo control. Tras un año de seguimiento 27% del grupo HT y el 39% del grupo control obtuvieron buenos resultados neurológicos.
Hunter et al, 2014 (23) (Acad. Emerg. Med.)	Estados Unidos	RS y Metaanálisis					Tras la revisión de 6 artículos, concluyó que no había beneficio al aplicar la HT moderada pre-hospitalaria tras una PCR en la calle en comparación con la aplicada en el hospital.
Kämäräinen et al, 2008 (24) (Resuscitation)	Finlandia	ECA (prospectivo)	N= 17 (70)	Todos	IV de Ringer a 4°C lento durante RCP; Rápido tras RCE.	Antes de RCE	La RCE se logró en 13 pacientes, de los cuales 11 fueron ingresados en el hospital. La temperatura media de ingreso fue de 33.83°C. Se observó hipotensión en 5 pacientes. Sólo 1 paciente sobrevivió hasta el alta.
Kämäräinen et al, 2009 (25) (Acta)	Finlandia	ECA (prospectivo)	N= 37 (61)	Todos	IV de Ringer a 4°C	Después RCE	La temperatura base media fue de 34.1°C, con una duración similar de transporte. No encontraron diferencias significativas entre los

Anaesthesiol. Scand.)							grupos con respecto a la seguridad o los resultados neurológicos y mortalidad.
Kim et al, 2007 (26) (Circulation.)	Estados Unidos	ECA (prospectivo)	N= 125 (66)	FV/ asistolia/ AESP	IV de SF a 4°C	Después RCE	Se consiguió una temperatura corporal media a la llegada al hospital de 34'7°C en el grupo de HT y de 35'7°C en el grupo control.
Kim et al, 2009 (27) (J. Neuro-trauma.)	Estados Unidos	Artículo de revisión					Refiere que la aplicación extrahospitalaria de la HT moderada mejora los resultados neurológicos y la supervivencia en pacientes resucitados de una PCR, pero necesita ser estudiado por ensayos clínicos.
Kim et al, 2014 (28) (JAMA)	Estados Unidos	ECA (prospectivo)	N= 1359 (65)	Todos	IV de SF a 4°C	Después RCE	En pacientes con FV la temperatura disminuyó 1'2°C y 1'3°C sin FV. La supervivencia al alta fue similar en los dos grupos; FV con HT 62'7% y sin HT 64'3% y sin FV con HT 19'2% y sin HT 16'3%. No se asoció un mejor estado neurológico. Se experimentó edema pulmonar y reinfarcto.
Lyon et al, 2010 (29) (Emerg. Med. J.)	Francia	RS					La HT moderada mejora los resultados de mortalidad y daño neurológico si se comienza su aplicación lo antes posible desde la recuperación de la circulación espontánea, particularmente del SEM. Estudia 5 ensayos con animales, 9 ensayos no aleatorizados y 5 aleatorizados.
Nordberg et al, 2013 (30) (BMC Emerg. Med.)	Bélgica	ECA (prospectivo)	N= 836 (-)	Todos	Cánula nasal con flujo de O ₂ a 40l/min	Antes de RCE	Diseño de ensayo clínico que compara el ratio de supervivencia y daño neurológico de la aplicación de HT moderada mediante enfriamiento por evaporación trans-nasal pre-hospitalaria con el tratamiento estándar de hipotermia. Los resultados se obtendrán en el 2016.
Škulec et al, 2010 (31) (Crit. Care.)	República Checa	Estudio Caso - Control (prospectivo) Estudio observacional (retrospectivo)	Caso N= 40 (61'4) Control N= 40 (61'3)	Todos	IV de SF a 4°C	Después RCE	El enfriamiento más eficaz se asocia con un tiempo de transporte con duración entre 38 - 60 minutos. Se consiguió disminuir la temperatura 1'4°C en 42'8 minutos.

Storm et al, 2008 (32) (Clin. Res. Cardiol.)	Alemania	Estudio Caso - Control (prospectivo)	Caso N= 20 (62) Control N= 25 (58)	Todos	Casco de hipotermia	Después RCE	Se aplicó la HT con una media de 10 minutos tras la RCE. La temperatura media a la llegada al hospital fue de 34,4°C. No se observaron efectos adversos.
Suffoletto et al, 2008 (33) (Prehosp. Emerg. Care.)	Estados Unidos	Estudio cuestionario de plantilla			Bolsas de hielo/ líquido IV/ combinación de los dos.		Mediante la realización de 145 cuestionarios distribuidos entre los miembros de los SEM, de los cuales 9 tienen implantados protocolos de HT pre-hospitalaria. Concluyen que la práctica de la HT extrahospitalaria es rara e infrecuente.
Uray and Malzer, 2008 (34) (Resuscitation)	Austria	ECA (prospectivo)	N= 15 (61)	Todos	Placas de hidrogel	Después RCE	La HT se comenzó a los 12 minutos tras la RCE. La temperatura esofágica al ingreso fue de 35,4°C. No se observaron lesiones en la piel.

ECA: Ensayo clínico aleatorizado/ RS: Revisión sistemática. Todos* los ritmos iniciales (FV/TV, asistolia y AESP). IV: infusión venosa. SF: suero fisiológico.

Además de los artículos incluidos procedentes de las bases de datos, realicé una búsqueda complementaria por diferentes revistas científicas electrónicas, de manera que hallé un total de 270 artículos. De este total, excluí 240 por la falta de interés para el estudio del título y del resumen. También excluí 7 por no tener acceso al texto completo y 6 más por hallarse duplicados, tal y como puede observarse en el diagrama de flujo de la tabla 2. Finalmente los artículos seleccionados fueron los siguientes: Critical Care (2), Circulation (2) y Resuscitation (3), utilizando los descriptores escogidos combinados con el booleano “AND”:

- *Critical Care*: “Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services”.
- *Circulation*: “Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services”.
- *Resuscitation*: “Hypothermia Induced AND Out-Of-Hospital Cardiac Arrest AND Emergency Medical Services”.

A continuación, en la tabla 4 se muestran los resultados que se obtuvieron, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, ordenados alfabéticamente por el apellido del primer autor y expuestos según las respectivas revistas:

Tabla 4. Resultados obtenidos en la búsqueda manual de revistas científicas.

ARTÍCULO (REVISTA)	PAÍS	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA (EDAD)	RITMO INICIAL	MÉTODO	TIEMPO DE INICIO	RESULTADOS
Bruel et al, 2008 (35) (Crit. Care)	Francia	ECA (prospectivo)	N= 33 (53)	Todos	IV de SF a 4°C	Antes de RCE	De un total de 33 pacientes, 8 presentaron FV. La HT se aplicó a los 16 minutos tras la RCE. La temperatura disminuyó a 33,3°C. Se produjo edema pulmonar en un paciente.
Diao et al, 2013 (36) (Resuscitation)	China	RS y Metaanálisis					Tras la revisión de 5 artículos, demuestra que la aplicación de la HT moderada pre-hospitalaria disminuye la temperatura a la llegada al hospital, pero no produce resultados significantes respecto a la supervivencia y función neurológica al alta hospitalaria.
Kämäräinen et al, 2008 (37) (Resuscitation)	Finlandia	ECA (prospectivo)	N= 5 (68)	Todos	IV de Ringer a 4°C	Antes de RCE	Se redujo un promedio de 2,5°C la temperatura nasofaríngea hasta conseguir llegar por debajo de los 32°C.
Mooney et al, 2011 (38) (Circulation)	Estados Unidos	Cohorte (prospectivo)	N= 140 (62)	Todos	Placas de hidrogel	Después de RCE	Se ha aplicado la HT moderada a personas que han sufrido una PCR extrahospitalaria, el 56% sobrevivieron tras el alta hospitalaria y, entre los que sobreviven, el 92% tuvieron una recuperación total o casi normal de la función neurológica. Fue observado un aumento del 20% de probabilidades de riesgo de muerte por cada hora de retraso en la iniciación del enfriamiento.

Stub et al, 2011 (39) (Circulation)	Australia	Artículo de revisión					Apuesta por las estrategias de tratamiento pre-hospitalario como la HT moderada para la mejora de la supervivencia y los resultados neurológicos tras sufrir una PCR en la calle.
Uray et al, 2015 (40) (Resuscitation)	Austria	Cohorte (retrospectivo)	N= 110 (60'5)	Todos	Placas de hidrogel	Después RCE	La temperatura objetivo se alcanzó en 85 minutos por el SEM y 135 minutos en el hospital tras la RCE. Se alcanzaron los 35'2°C al ingreso en el hospital. No se observaron lesiones en la piel. Se obtuvieron resultados favorables en un 26'8% de los pacientes en la atención extrahospitalaria y un 37% en la hospitalaria.
Yajnik and Gómez, 2014 (41) (Crit. Care)	Estados Unidos	Estudio Caso - Control (prospectivo)	Caso N= 583 Control N= 776	Todos	IV de SF a 4°C	Después RCE	La temperatura en pacientes con FV disminuyó 1'2°C y en pacientes sin FV 1'3°C. La supervivencia al alta fue similar en los dos grupos; FV con HT 62'7% y sin HT 64'3% y sin FV con HT 19'2% y sin HT 16'3%. Se observó un paciente con edema pulmonar y repeticiones de infarto.

ECA: Ensayo clínico aleatorizado/ RS: Revisión sistemática. Todos* los ritmos iniciales (FV/TV, asistolia y AESP). IV: infusión venosa. SF: suero fisiológico.

DISCUSIÓN

Dada la heterogeneidad de los artículos encontrados, la discusión consta de cuatro subapartados que darán respuesta a la pregunta de investigación en base a los objetivos planteados. Inicialmente, analizo el momento de aplicación del tratamiento. A continuación, expongo la recuperación neurológica y la supervivencia obtenida tras el proceso de tratamiento, así como los factores que pueden influir a estos resultados. Por último, discuto la seguridad y fiabilidad que supone la aplicación del tratamiento.

Momento de aplicación.

La efectividad de la HT moderada como medida post-resucitación ya no es discutible, sobre todo en aquellas paradas cardíacas cuyo ritmo inicial es desfibrilable. Este tratamiento tiende a iniciarse en las UCI de los hospitales, lo que supone un retraso en su aplicación que puede oscilar entre los 60 y 90 minutos desde el momento de la recuperación del pulso (20). Por esta razón, diversos ensayos clínicos estudian la viabilidad y la eficacia de la utilización de la HT post-resucitación en un medio, con características tan específicas, como el de la emergencia extrahospitalaria (20).

Algunos estudios sugieren que el enfriamiento temprano puede resultar beneficioso tras la RCE o incluso durante la RCP (17). La mayoría de las investigaciones realizadas hasta el momento afirman que, una vez el paciente es susceptible de intervención, la HT debe aplicarse tan pronto como sea posible, es decir, dentro de los 20 primeros minutos tras la PCR (14,16,26,28,31,32,34), puesto que reduce significativamente las lesiones neurológicas tras la resucitación (15). Estudios con animales sugieren que el inicio de la HT antes de la RCE es fiable y puede mejorar los resultados, en comparación con su inicio, después de una resucitación satisfactoria (14,17). No obstante, la aplicación de la HT en el instante anterior a la RCE, es un momento de intervención que en pocos casos se ha llevado a cabo, comparado con su aplicación en el momento posterior a la recuperación del pulso (17), por lo que su estudio con seres humanos posee menor claridad (29).

Investigadores de diferentes países, como Bruel (2008) y Kamarainen (2008), han podido afirmar, con sus estudios, que la aplicación de la HT durante el soporte vital avanzado (SVA) resulta beneficiosa (35,37), obteniendo records en el descenso de la

temperatura corporal de hasta 33'17°C a la llegada al hospital, si se continúa con la inducción (24,37). La aplicación de la HT durante el SVA, en comparación con la post-RCE (26), puede reducir la duración de las lesiones isquémicas cerebrales (35). Por lo tanto, una pequeña reducción en el tiempo de demora entre la PCR y la aplicación de la HT puede mejorar los resultados neurológicos después de las maniobras de reanimación (26,35).

Por otro lado, existe la posibilidad de esperar a la RCE, tras los esfuerzos efectivos de reanimación, para comenzar con la inducción de la HT, tal como afirman Uray (2015) y Corral (2012), (22,35,36,40), teniendo en cuenta el tiempo necesario para alcanzar la temperatura objetivo (40), las distancias al hospital (22,25,36) y el método de enfriamiento elegido (32). También, Cady and Andrews (2008) y Skulec (2010) afirman que la mejor consideración ante esta situación es la de comenzar aplicando los principios básicos de la HT extrahospitalaria para poder continuar el tratamiento de enfriamiento a la llegada al hospital (18,31).

Sin embargo, existen estudios, como el de Diao (2013), que consideran indistinto el momento de aplicación en el ambiente extrahospitalario, debido a que no han hallado valores significativos de supervivencia ni recuperación neurológica tras el alta (36), puesto que la diferencia de temperatura objetivo alcanzada a la llegada al hospital no ha servido de indicador específico para determinar el momento de aplicación óptimo (22). La idea de que a mayor precocidad existe un mayor beneficio proviene fundamentalmente de los estudios con animales (14), por lo que supone una cuestión que todavía no queda resuelta.

Supervivencia y recuperación neurológica.

La supervivencia de las personas que han sufrido una PCR prolongada se ha demostrado que es más favorable si se trata de una FV presenciada y asistida inmediatamente, ya que, como afirma Kim (2007), el pronóstico es mucho más desalentador cuando no se cumplen estos criterios o cuando existen mínimos retrasos en la desfibrilación (26). La eficacia de esta terapia para minimizar los daños neurológicos de la hipoxia ha hecho que este estudio apueste por la viabilidad y eficacia de su utilización para una buena recuperación neurológica tras el alta hospitalaria. Sin

embargo, algunos autores como Hunter (2014) han llegado a la conclusión de que realmente, su aplicación, no produce beneficios en el ambiente extrahospitalario (23).

De entre todos los estudios seleccionados se han observado diferencias significativas en los resultados medidos. Para valorar el deterioro neurológico de los pacientes, dichos estudios han utilizado la escala Cerebral Performance Categories Glasgow-Pittsburgh (CPC) que clasifica como CPC1 cuando no hay secuelas o bien el déficit neurológico es leve, CPC2 si el déficit neurológico es moderado o medio (independiente para las actividades de la vida diaria, no precisa institucionalización), CPC3 cuando el déficit neurológico es grave (genera incapacidad severa, no es independiente para las actividades de la vida diaria, precisa institucionalización), CPC4 si existe estado vegetativo y CPC5 si existe muerte cerebral (13,22,38). Se consideran los grados 1 y 2 como “buena evolución neurológica” (13,16,20,22,35,38).

Las tasas de supervivencia de los pacientes que han sido sometidos a la HT tras una PCR han sido analizadas en la línea de la investigación que se lleva a cabo con este estudio, las cuales demuestran el beneficio de su aplicación. Un porcentaje en torno al 60% de supervivencia al alta hospitalaria, en estudios como el de Barreña (2012), Uray and Malzer (2008), Corral (2012) e incluso Busch (2006), se considera una buena tasa representativa de los resultados que se pueden obtener con la HT. De este porcentaje de supervivientes, la mayoría de ellos presentaron una situación neurológica de CPC1 y CPC2, con mejoría tras los 6 meses del alta al domicilio (13,16,20,34). Estos datos afirman que existe una probabilidad de 2’6 veces mayor de que el paciente que ha sufrido una PCR tenga una buena recuperación neurológica, si el inicio de la HT moderada se realiza antes de llegar al hospital (20).

La articulación de la aplicación de la HT en el ambiente extrahospitalario, con la posterior aplicación en el hospital, se asocia con una mayor frecuencia de resultados favorables tras el alta hospitalaria (52’9%), obteniendo resultados optimistas con respecto a la recuperación neurológica con niveles de CPC1 y CPC2, en aproximadamente un 45% de los pacientes con HT como tratamiento, en comparación a un aproximado 27% sin su aplicación (31), tal y como sostienen Skulec (2010). Por el contrario, la mortalidad sufrida en el hospital es de 37’5% en pacientes con HT frente al 55% en pacientes sin HT, con lo que Skulec y Cady and Andrews opinan que la coordinación eficaz entre los diferentes servicios implicados (urgencias extra e

intrahospitalarias y las unidades de pacientes críticos) es potencialmente primordial y beneficiosa para mejorar el pronóstico de los pacientes (18,31).

En cambio, estudios como el de Hammer (2009), el de Kim (2007 y 2014) o el de Yajnik and Gomez (2014) no consiguieron tasas tan valiosas de recuperación neurológica debido a que, tras un año de seguimiento desde la PCR, obtuvieron resultados de CPC1 y 2 por debajo del 30% en los pacientes que habían sido tratados con HT (22,26,28,41). Así como tampoco sugieren resultados de supervivencia, a considerar como significativos, puesto que la muestra de pacientes en el grupo de HT impide una valoración real del efecto de la terapia basándonos en sus resultados, ya que existe una diferencia importante que impide la comparación entre el grupo de casos y el de controles. Donde sí se ha podido observar un dato relevante es en las tasas de supervivencia de Kim (2007), quien obtiene un porcentaje considerable en personas con ritmo de FV en comparación con los ritmos que no son FV, tanto en el grupo de tratamiento como en el que no se aplicó HT (26), lo que conlleva a afirmar un importante pronóstico favorable en aquellos ritmos desfibrilables (29,36).

Se han encontrado dos diseños de ensayos clínicos, uno de Deasy (2011) y Nordberg (2013) que no poseen resultados clínicos, por lo que ha resultado imposible llevar a cabo un análisis crítico de los mismos (21,30)

Factores influyentes en la supervivencia y la recuperación neurológica.

Aunque la hipotermia inducida es una técnica terapéutica que contribuye a mejorar el pronóstico vital y neurológico de los pacientes, tras una PCR prolongada por ritmos desfibrilables (13), la edad avanzada y el tiempo transcurrido entre el colapso y la RCE son factores que se asocian con resultados menos favorables. Esto supone que se han de tener en cuenta a la hora de aplicar el tratamiento, ya que pueden afectar a los resultados de manera importante (19). La avanzada edad no se asocia directamente con una mayor mortalidad, pero los ancianos que sobreviven a una PCR tienen menos probabilidades de experimentar una total o casi total recuperación neurológica (19). Tal y como expresa Mooney (2011), existen dificultades en hallar buenos resultados de supervivencia y recuperación neurológica, pero, a pesar de la tendencia al aumento de la mortalidad en estos pacientes, sigue siendo razonable aplicar la HT. En el estudio se

pudo observar una tasa de supervivencia del 36%, con una media de edad de 62 años (38). Sin embargo, se afirma que por cada dos años más de edad, la probabilidad de obtener un buen resultado disminuye un 9% (19,38). Con respecto al tiempo transcurrido desde la pérdida del pulso cardíaco, Mooney afirma que víctimas con demoras de hasta 30 minutos tienen un pronóstico muy pobre y, se observa un descenso pronunciado en la supervivencia al exceder los 15 minutos (38), por ello se deduce que cada 1'5 minuto adicional se asocia con un descenso del 14% para alcanzar buenos resultados (19,38).

Seguridad y fiabilidad de la aplicación.

Las estrategias de tratamiento extrahospitalario que se centran en la atención y cuidados post-resucitación son vitales para mejorar los resultados de los pacientes y pueden llegar a optimizarse mediante el desarrollo de sistemas regionales de cuidados (39). Existen pocos sistemas protocolizados en la intervención de la HT extrahospitalaria. Debido a esto, existe una amplia variación de métodos de enfriamiento, medición de la temperatura y porcentajes de pacientes sometidos realmente a la HT. Dado que estudios recientes han demostrado que la inducción extrahospitalaria de la HT es una medida factible, segura y eficaz para reducir las temperaturas (17,26,29), es probable que se incremente el número de SEM que apliquen este tipo de protocolo (33).

La mayoría de los estudios sugieren que el uso del enfriamiento con métodos invasivos (14,18,32,34), como fluidos fríos (suero fisiológico o Ringer), en el ámbito extrahospitalario es fiable y seguro, y puede mejorar el impacto neurológico en los pacientes que han sufrido una PCR (14,18,27,32,34). Todo ello, sin sufrir complicaciones desde el momento de aplicación hasta la llegada al hospital (15,25,36,40). Además, es un método de rápida disponibilidad, fácil de aprender, barato y con posibilidad de aplicación en casi cualquier situación (32).

Cabanas (2011) y Hammer (2009) también afirman que la aplicación de la HT en la calle es segura y fiable (17,22), aunque un excesivo volumen de líquido puede producir la aparición de edema agudo de pulmón (22,35). Sin embargo, también se han observado hallazgos de hipotensión tras la administración de volúmenes de líquido, con

presiones sistólicas de 100mmHg. Las recomendaciones, tal y como afirma Kamarainen (2008) en su investigación, sugieren mantener presiones arteriales >120mmHg tras la RCE, administrando, si es necesario, mediación vasoactiva tras la infusión de líquidos (24). Existe la posibilidad de que aparezcan otros efectos adversos como consecuencia de la aplicación de la HT. La hipokalemia, por ejemplo, es un conocido efecto secundario de la HT, por lo que Busch (2006) y Kamarainen (2008 y 2009) recomiendan el uso de una infusión de potasio y magnesio durante el enfriamiento como el Ringer (16,24,25). Las lesiones cutáneas también han sido observadas después del uso de placas de hielo, sin embargo usar toallas empapadas de agua helada evita la aparición de lesiones en la piel por el contacto directo del hielo, tal y como asegura Busch (2006) (16).

Limitaciones.

La principal limitación de esta revisión ha estado condicionada a la falta de protocolos estandarizados en los SEM, lo que conlleva a encontrarse con un grado de heterogeneidad muy alto entre los diferentes estudios seleccionados. Por lo tanto, existe heterogeneidad metodológica. Existe una clara necesidad de realizar una mayor investigación al respecto en la fase pre-hospitalaria del tratamiento. Sin embargo, la investigación clínica en los SEM es difícil y exigente por la misma naturaleza del ámbito en el que se aplica, por ello ha resultado complicado encontrar artículos fiables mediante la búsqueda bibliográfica realizada. Todos los estudios incluidos introducen perfiles de población diferentes, y la medición de parámetros y la prestación de los cuidados post-resucitación también varían, lo que limita de manera importante la comparación de datos objetivos en el estudio. No queda claro cuál es el método más indicado y seguro para la aplicación de la HT ni qué sistema de medición de la temperatura corporal es el más preciso. Estos tipos de estudios clínicos necesitan ser aleatorizados, pero son difíciles de realizar en el ambiente extrahospitalario, además de necesitar un gran tamaño de muestras para detectar cambios y mejorías en la función neurológica de los que sobreviven a la PCR. Por último, los diseños de estudio de Deasy (2011) y Nordberg (2013) no disponían de resultados por tratarse de estudios de protocolos en proceso de asentamiento.

CONCLUSIONES

La aplicación de la HT de manera precoz, en el medio extrahospitalario, mejora los resultados neurológicos tras el alta del paciente del hospital y no incrementa la mortalidad. Por lo tanto, su aplicación es totalmente viable.

La HT a nivel extrahospitalario es una técnica que, en España, en comparación con el resto de Europa, los Estados Unidos y Australia, está siendo poco utilizada.

El momento de aplicación del tratamiento no es un aspecto que haya quedado consensuado entre los diferentes estudios. Se certifica que la aplicación de la HT lo antes posible mejora los resultados neurológicos de los pacientes, por lo que podría deducirse que la intervención durante el SVA es la mejor opción.

Tanto la edad del paciente como el tiempo que transcurre desde la PCR hasta la RCE pueden influir en los resultados de supervivencia y recuperación neurológica; a mayor edad y mayor tiempo de en recuperar el pulso, peores resultados. Sin embargo, no cabe duda de que es necesario un mayor número de estudios que lo corroboren.

La inducción de la HT aplicada en el medio extrahospitalario es eficaz, fiable y segura. La principal complicación es la aparición de edema pulmonar, pero no es un riesgo que afecte a la morbi-mortalidad del paciente, ya que se ve ampliamente compensado por los beneficios que produce la terapia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Camarero Jorge E, Saboya Sánchez S. Ruta de cuidados en la hipotermia terapéutica. In: Enfo, editor. Rutas de cuidados al paciente adulto crítico y en hospitalización quirúrgica Volumen II. Segunda. Madrid: Fundación para el Desarrollo de la Enfermería (FUDEN); 2013. p. 561–5.
2. Castrejón S, Cortés M, Salto M, Benitez L, Rubio R, Juárez M, et al. Mejora del pronóstico tras parada cardiorrespiratoria de causa cardíaca mediante el empleo de hipotermia moderada: comparación con un grupo control. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. Elsevier; 2009 Jul 1 [citado 2015 Febrero 1];62(7):733–41. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/mejora-del-pronostico-tras-parada/articulo/13139311/>
3. Herrera M, López F, González H, Domínguez P, García C, Bocanegra C. Resultados del primer año de funcionamiento del plan de resucitación cardiopulmonar del Hospital Juan Ramón Jiménez (Huelva). *Med Intensiva* [Internet]. Elsevier España, S.L.; 2010 [citado 2015 Febrero 17];34(3):170–81. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912010000300003&lng=es&nrm=iso&tIng=es
4. Lázaro Paradinas L. Conocimiento enfermero sobre hipotermia inducida tras parada cardiorrespiratoria: Revisión bibliográfica. *Enferm Intensiva* [Internet]. 2012 [citado 2015 Febrero 7];23(1):17–31. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130239911000915>
5. Álvarez Fernández J. Supervivencia de la parada cardíaca. *Rev Clin Esp* [Internet]. Elsevier; 2002 Dec 1 [citado 2015 Febrero 24];202(12):658–64. Disponible en: <http://www.revclinesp.es/es/supervivencia-parada-cardiaca/articulo/13040518/>
6. Peberdy M, Callaway C, Neumar R, Geocadin R, Zimmerman J, Donnino M, et al. Part 9: post-cardiac arrest care: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* [Internet]. Lippincott Williams & Wilkins; 2010 Nov 2 [citado 2015 Febrero 18];122(18 Suppl 3):S768–86. Disponible en: http://circ.ahajournals.org/content/122/18_suppl_3/S768.full
7. HACA G de estudio. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med* [Internet]. 2002 Feb 21 [citado 2015 Enero 21];346(8):549–56. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11856793>
8. Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, et al. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med* [Internet]. 2002 Feb 21 [citado 2015 Abril 9];346(8):557–63. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11856794>
9. Don C, Longstreth W, Maynard C, Olsufka M, Nichol G, Ray T, et al. Active surface cooling protocol to induce mild therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective before-and-after comparison in a single hospital. *Crit Care Med* [Internet]. 2009 Dec [citado 2015 Febrero 1];37(12):3062–9. Disponible en:

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3128345&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

10. Polderman K, Varon J. How low should we go? Hypothermia or strict normothermia after cardiac arrest? *Circulation* [Internet]. 2015 Feb 17 [citado 2015 Marzo 9];131(7):669–75. Disponible en: <http://circ.ahajournals.org/content/131/7/669>
11. Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T, Erlinge D, Gasche Y, Hassager C, et al. Targeted temperature management at 33°C versus 36°C after cardiac arrest. *N Engl J Med* [Internet]. 2013 Dec 5 [citado 2015 Marzo 9];369(23):2197–206. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24237006>
12. Sunde K. Hipotermia terapéutica en la parada cardiaca. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. Elsevier; 2013 May 1 [citado 2015 Febrero 19];66(5):346–9. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/hipotermia-terapeutica-parada-cardiaca/articulo/90198740/>
13. Barreña Oveja I, Gil Martín F, García de Vicuña Meléndez A, Rodríguez Delgadillo M, Gutiérrez Herrador G, Vázquez Naveira M. Resultados de la puesta en marcha de un protocolo de hipotermia terapéutica en la parada cardiaca consensuado entre un sistema de emergencias médicas y un servicio de urgencias hospitalario. *Emerg* [Internet]. Saned; 2012 [citado 2015 Marzo 11];24(1):39–43. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3854203&info=resumen&idioma=SPA>
14. Behringer W, Arrich J, Holzer M, Sterz F. Out-of-hospital therapeutic hypothermia in cardiac arrest victims. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 2009 Jan [citado 2015 Marzo 11];17:52. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2766361&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
15. Bernard S, Smith K, Cameron P, Masci K, Taylor D, Cooper D, et al. Induction of therapeutic hypothermia by paramedics after resuscitation from out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest: A randomized controlled trial. *Circulation* [Internet]. 2010 Aug 17 [citado 2015 Marzo 9];122(7):737–42. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20679551>
16. Busch M, Soreide E, Lossius HM, Lexow K, Dickstein K. Rapid implementation of therapeutic hypothermia in comatose out-of-hospital cardiac arrest survivors. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2006 Nov [citado 2015 Marzo 9];50(10):1277–83. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17067329>
17. Cabanas J, Brice J, De Maio V, Myers B, Hinchey P. Field-induced therapeutic hypothermia for neuroprotection after out-of hospital cardiac arrest: A systematic review of the literature. 2011 Apr [citado 2015 Marzo 9];40(4):400–9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20850254>
18. Cady C, Andrews S. Prehospital resuscitated cardiac arrest patients: role for induced hypothermia. *Prehosp Emerg Care* [Internet]. 2008 Jan [citado 2015 Marzo 9];13(3):402–5. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19499481>

19. Conejo Pérez M. Hipotermia terapéutica extrahospitalaria. Una revisión sistemática. NURE Inv [Internet]. 2012 Jul [citado 2015 Marzo 11];2(59):1–7. Disponible en: http://www.fuden.es/FICHEROS_ADMINISTRADOR/ORIGINAL/NURE59_original_hipotermia.pdf
20. Corral Torres E, Fernández Avilés F, López De Sa E, Martín Benítez J, Montejo J, Martín Reyes R, et al. La aplicación de hipotermia moderada tras la reanimación cardiaca iniciada en el medio extrahospitalario puede incrementar la supervivencia sin deterioro. Estudio casos y controles. Emerg [Internet]. 2012 [citado 2015 Marzo 11];24(1):7–12. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3854175>
21. Deasy C, Bernard S, Cameron P, Jacobs I, Smith K, Hein C, et al. Design of the RINSE trial: the rapid infusion of cold normal saline by paramedics during CPR. BMC Emerg Med [Internet]. 2011 Jan [citado 2015 Marzo 9];11(13):17. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3207909&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
22. Hammer L, Vitrat F, Savary D, Debaty G, Santre C, Durand M, et al. Immediate prehospital hypothermia protocol in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest. Am J Emerg Med [Internet]. 2009 Jun [citado 2015 Marzo 9];27(5):570–3. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19497463>
23. Hunter B, O'Donnell D, Allgood K, Seupaul R. No benefit to prehospital initiation of therapeutic hypothermia in out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. Acad Emerg Med [Internet]. 2014 Apr [citado 2015 Marzo 9];21(4):355–64. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24730397>
24. Kämäräinen A, Virkkunen I, Tenhunen J, Yli-Hankala A, Silfvast T. Induction of therapeutic hypothermia during prehospital CPR using ice-cold intravenous fluid. Resuscitation [Internet]. 2008 Nov [citado 2015 Marzo 9];79(2):205–11. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18809236>
25. Kämäräinen A, Virkkunen I, Tenhunen J, Yli-Hankala A, Silfvast T. Prehospital therapeutic hypothermia for comatose survivors of cardiac arrest: a randomized controlled trial. Acta Anaesthesiol Scand [Internet]. 2009 Aug [citado 2015 Marzo 9];53(7):900–7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19496762>
26. Kim F, Olsufka M, Longstreth W, Maynard C, Carlbom D, Deem S, et al. Pilot randomized clinical trial of prehospital induction of mild hypothermia in out-of-hospital cardiac arrest patients with a rapid infusion of 4 degrees C normal saline. Circulation [Internet]. 2007 Jun 19 [citado 2015 Marzo 9];115(24):3064–70. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17548731>
27. Kim F, Olsufka M, Nichol G, Copass M, Cobb L. The Use of Pre-Hospital Mild Hypothermia after Resuscitation from Out-of-Hospital Cardiac Arrest. J Neurotrauma [Internet]. 2009 Mar [citado 2015 Marzo 11];26(3):359–63. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2741140&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
28. Kim F, Nichol G, Maynard C, Hallstrom A, Kudenchuk P, Rea T, et al. Effect of prehospital induction of mild hypothermia on survival and neurological status among adults with

- cardiac arrest: A randomized clinical trial. *JAMA* [Internet]. 2014 Jan 1 [citado 2015 Febrero 13];311(1):45–52. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24240712>
29. Lyon R, Robertson C, Clegg G. Therapeutic hypothermia in the emergency department following out-of-hospital cardiac arrest. *Emerg Med J* [Internet]. 2010 Jun 18 [citado 2015 Marzo 11];27(6):418–23. Disponible en: <http://emj.bmj.com/content/27/6/418>
 30. Nordberg P, Taccone F, Castren M, Truhlár A, Desruelles D, Forsberg S, et al. Design of the PRINCESS trial: pre-hospital resuscitation intra-nasal cooling effectiveness survival study (PRINCESS). *BMC Emerg Med* [Internet]. 2013 Nov [citado 2015 Marzo 9];13:21. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4221640&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 31. Skulec R, Truhlár A, Seblová J, Dostál P, Cerný V. Pre-hospital cooling of patients following cardiac arrest is effective using even low volumes of cold saline. *Crit Care* [Internet]. 2010 Jan [citado 2015 Febrero 26];14(6):R231. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3219975&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 32. Storm C, Schefold J, Kerner T, Schmidbauer W, Gloza J, Krueger A, et al. Prehospital cooling with hypothermia caps (PreCoCa): a feasibility study. *Clin Res Cardiol* [Internet]. 2008 Oct [citado 2015 Marzo 9];97(10):768–72. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18512093>
 33. Suffoletto B, Salcido D, Menegazzi J. Use of prehospital-induced hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest: A survey of the National Association of Emergency Medical Services Physicians. *Prehosp Emerg Care* [Internet]. 2008 [citado 2015 Marzo 11];12(1):52–6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18189178>
 34. Uray T, Malzer R. Out-of-hospital surface cooling to induce mild hypothermia in human cardiac arrest: A feasibility trial. *Resuscitation* [Internet]. 2008 Jun [citado 2015 Febrero 25];77(3):331–8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18314248>
 35. Bruel C, Parienti J, Marie W, Arrot X, Daubin C, Du Cheyron D, et al. Mild hypothermia during advanced life support: a preliminary study in out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care* [Internet]. 2008 [citado 2015 Marzo 11];12(1):R31. Disponible en: <http://ccforum.com/content/12/1/R31>
 36. Diao M, Huang F, Guan J, Zhang Z, Xiao Y, Shan Y, et al. Prehospital therapeutic hypothermia after cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Resuscitation* [Internet]. Elsevier; 2013 Aug 8 [citado 2015 Febrero 18];84(8):1021–8. Disponible en: <http://www.resuscitationjournal.com/article/S0300957213001019/fulltext>
 37. Kämäräinen A, Virkkunen I, Tenhunen J, Yli-Hankala A, Silfvast T. Prehospital induction of therapeutic hypothermia during CPR: A pilot study. *Resuscitation* [Internet]. Elsevier; 2008 Mar 3 [citado 2015 Marzo 11];76(3):360–3. Disponible en: <http://www.resuscitationjournal.com/article/S0300957207004790/fulltext>

38. Mooney M, Unger B, Boland L, Burke M, Kebed K, Graham K, et al. Therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest: Evaluation of a regional system to increase access to cooling. *Circulation* [Internet]. 2011 Jul 12 [citado 2015 Febrero 26];124(2):206–14. Disponible en: http://circ.ahajournals.org/search?submit=yes&submit=Submit&pubdate_year=&volume=&firstpage=&doi=&author1=&author2=&title=-Therapeutic+Hypothermia+After+Out-of-Hospital+Cardiac+Arrest:+Evaluation+of+a+Regional+System+to+Increase+Access+to+Cooling&and

39. Stub D, Bernard S, Duffy S, Kaye D. Post Cardiac Arrest Syndrome: A Review of Therapeutic Strategies. *Circulation* [Internet]. 2011 Mar 31 [citado 2015 Marzo 11];123(13):1428–35. Disponible en: http://circ.ahajournals.org/search?submit=yes&submit=Submit&pubdate_year=&volume=&firstpage=&doi=&author1=&author2=&title=-Post+Cardiac+Arrest+Syndrome:+A+Review+of+Therapeutic+Strategies&andexacttitle=and&titleabstract=&andexacttitleabs=and&full

40. Uray T, Mayr F, Stratil P, Aschauer S, Testori C, Sterz F, et al. Prehospital surface cooling is safe and can reduce time to target temperature after cardiac arrest. *Resuscitation* [Internet]. Elsevier; 2015 Feb 2 [citado 2015 Febrero 6];87:51–6. Disponible en: <http://www.resuscitationjournal.com/article/S0300957214008168/fulltext>

41. Yajnik V, Gomez H. Prehospital induction of mild hypothermia with cold normal saline for cardiac arrest: more harm than good? *Crit Care* [Internet]. 2014 Jan [citado 2015 Marzo 11];18(5):559. Disponible en: <http://ccforum.com/content/18/5/559>