



FACULTAD DE MEDICINA

FACTORES PREDICTIVOS DE MORTALIDAD DESPUÉS DE UNA PARADA CARDIORRESPIRATORIA EXTRAHOSPITALARIA ASISTIDA POR EL SAMU

ROSA REQUENA MORALES

Directores

**D. Ernesto Cortés Castell
D. Vicente Francisco Gil Guillén**

2017



Facultad de Medicina

"Factores predictivos de mortalidad después de una parada
cardiorrespiratoria extrahospitalaria asistida por el
SAMU".

Memoria presentada para optar al grado de Doctora por:

Rosa Requena Morales

Directores:

Ernesto Cortes Castell

Vicente Francisco Gil Guillen

2017



D. Vicente Francisco Gil Guillén y D. Ernesto Cortés Castell,
como Directores de Tesis Doctoral

CERTIFICAN:

Que el trabajo “FACTORES PREDICTIVOS DE MORTALIDAD DESPUÉS DE UNA PARADA CARDIORRESPIRATORIA EXTRAHOSPITALARIA ASISTIDA POR EL SAMU” realizado por Dña. Rosa Requena Morales, ha sido llevado a cabo bajo nuestra dirección y se encuentra en condiciones de ser leído y defendido como Tesis Doctoral en la Universidad Miguel Hernández.

Lo que firmo para los oportunos efectos en Sant Joan d' Alacant a
22 de Mayo de 2017.

Prof. D. Vicente Francisco
Gil Guillén
Director de Tesis Doctoral

Prof. D. Ernesto
Cortés Castell
Director de Tesis Doctoral



Profesor Dr. D. Francisco Javier Fernández Sánchez, Director del
Departamento de Medicina Clínica de la Universidad Miguel Hernández

AUTORIZA:

La presentación y defensa como Tesis Doctoral del trabajo
“FACTORES PREDICTIVOS DE MORTALIDAD DESPUÉS DE UNA
PARADA CARDIORRESPIRATORIA EXTRAHOSPITALARIA ASISTIDA
POR EL SAMU” realizado por Dña. Rosa Requena Morales bajo la
dirección de los profesores D. Vicente Francisco Gil Guillén y D. Ernesto
Cortés Castell.

Lo que firmo en Sant Joan d' Alacant a 22 de Mayo de 2017.

Prof. Francisco Javier Fernández Sánchez
Director del Departamento de Medicina Clínica

Agradecimientos

Al llegar al final de esta tesis doctoral se hace imprescindible mencionar a muchas personas sin cuyo apoyo no se habría llevado a cabo.

En primer lugar quiero expresar mi gratitud al profesor y director de mi tesis el Dr. Ernesto Cortés, por haberme dado la oportunidad de trabajar con él. Siempre que recurrí a él estuvo disponible en este proyecto, por su dedicación en la dirección de este trabajo, por su valiosa e inestimable ayuda y su espíritu crítico, que han sido esenciales para completar este trabajo, todo ello unido a una gran humanidad, que me ha llevado a considerarla no únicamente como codirector de esta tesis, sino ya como verdadero amigo.

También al director el Dr. Vicente Gil, la inspiración, confianza y dedicación que ha tenido para que este proyecto salga adelante. Ha representado un gran impulso en la conclusión del proyecto. He de expresar también mi agradecimiento al Dr. Antonio Palazón Brú, sin quien, el análisis estadístico no habría sido posible. Felicitarle por el esfuerzo en su logro por la publicación del artículo.

A compañero medico Samu el Dr. José Manuel Adsuar, por ser el creador del archivo de datos, a mi compañera profesora Dra. Mercedes Rizo titular de la universidad de Alicante, por su apoyo incondicional.

Al Servicio de Emergencias Sanitarias de Alicante y a su directora la Dra. Mercedes Carrasco González, por ayudarme a entender el apasionante mundo de las emergencias médicas, por permitirme asistir a su labor cotidiana, favoreciendo la comprensión y realización de este trabajo.

Deseo dejar constancia de mi gratitud a mis compañeros de trabajo del SAMU alfa 2 de San Vicente del Raspeig, especialmente a los Dres Maria del Carmen Sempere, Fernando Lanzarot, Alexis Majendie mis compañeros de equipo por escucharme y facilitarme el trabajo. Por su inestimable ayuda y amistad diaria, por su

generosidad y comprensión durante la realización de este trabajo, haciéndomelo todo mucho más fácil.

Me gustaría expresar un agradecimiento especial a mi marido Chisco, por su continuo apoyo y generosidad, por haberme dado la oportunidad de enseñarme lo que es trabajar en un ambiente de excelencia científica gracias a su ejemplo diario y por su valiosa aportación gracias a su experiencia previa... Mi mayor fortuna es compartir mi vida contigo.

A mi queridas amigas, Rosa, Inma, Carmen y Maria Jose, por estar siempre ahí, tanto en los momentos fáciles como en los difíciles, y no ser solo mis mejores amigas, sino como unas hermanas para mí.

Finalmente, esto nunca hubiera sido posible sin el amparo incondicional de mi familia, especialmente de mi marido e hijas. Esta tesis es también vuestro premio.

Durante estos años han sido muchas las personas que han participado en este trabajo y a quienes quiero expresar mi gratitud por el apoyo y la confianza que me han prestado de forma desinteresada. Sin olvidar a los pacientes y sus familias, un abrazo desde el alma.

Muchísimas gracias a todos.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. CRONOBIOLOGÍA DE LA PARADA CARDIO-RESPIRATORIA.....	9
1.2. EPIDEMIOLOGÍA DE LA PARADA CARDIO-RESPIRATORIA.....	11
1.2.1. Definición y conceptos generales de la parada cardio-respiratoria.....	11
1.2.2. Resucitación cardiopulmonar.....	15
1.2.3. Incidencia y supervivencia de la parada cardio-respiratoria.....	16
1.2.4. Variabilidad temporal de patologías asociadas a la parada cardio-respiratoria.....	20
1.3. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS FACTORES ASOCIADOS A UNA MAYOR SUPERVIVENCIA EN LA PARADA CARDIACA.....	23
1.3.1. Edad.....	23
1.3.2. Sexo.....	24
1.3.3. Parada cardio-respiratoria presenciada y maniobras de RCP básica por un testigo.....	25
1.3.4. Ritmo inicial de la parada cardio-respiratoria y desfibrilación eléctrica.....	27
1.3.5. Programas de acceso público a la desfibrilación.....	29
1.3.6. Ubicación de la parada cardio-respiratoria.....	30
1.3.7. Organización y tiempos de actuación del sistema de emergencias.....	31
1.3.6. Miscelánea de actuaciones que pueden mejorar la supervivencia.....	32
1.4. ACTUACIÓN (AHA, ERC).....	33
2. JUSTIFICACIÓN.....	41
3. OBJETIVOS.....	47
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	47
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	47
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	49
4.1. POBLACIÓN.....	49
4.1.1. Ambito del estudio.....	49
4.1.2. Recursos Humanos.....	50
4.1.3. Protocolos de actuación.....	27
4.2. DISEÑO DEL ESTUDIO Y PARTICIPANTES.....	54

4.3. VARIABLES Y MEDIDAS	54
4.4. CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL.....	55
4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	55
4.6. CUESTIONES ÉTICAS	56
5. RESULTADOS	57
5. DISCUSIÓN.....	63
5.1. SUMARIO	63
5.2. FORTALEZAS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	63
5.3. COMPARACIÓN CON LA LITERATURA EXISTENTE	64
5.4. IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA Y LA INVESTIGACIÓN	65
6. CONCLUSIONES	67
7. BIBLIOGRAFÍA.....	69



Abreviaturas

ABC: Via aérea, ventilación, circulación.

AESP: Actividad eléctrica sin pulso.

AHA: *American Heart Association*.

CICU: Centro Información Coordinador de Urgencias.

CARES: Registro Cardíaco de detención para aumentar la supervivencia. la

DAI: Desfibrilador automático implantable.

DEA: Desfibrilador externo automático.

DNA: Es una molécula que lleva las instrucciones genéticas.

DESA: Desfibrilador externo semiautomático.

DF: Desfibrilable.

ECG: Electrocardiograma.

ECMO: *Extracorpórea Membrane Oxygenation*.

ECV: Enfermedad Cardiovascular.

ERC: *European Resuscitation Council*.

FV: Fibrilación Ventricular.

FV/TVSP: Fibrilación ventricular/taquicardia ventricular sin pulso.

HSE: Historia de Salud Electrónica.

HTA: Hipertensión Arterial.

IAM: Infarto Agudo de Miocardio.

IAMCEST Infarto Agudo de Miocardio con Elevación del Segmento ST.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

IOT: Intubación orotraqueal.

MSC: Muerte súbita cardíaca.

MS: Muerte súbita.

LUCAS: Dispositivo automático de compresión torácica.

OHCA: Reanimación de pacientes fuera del hospital por paro cardíaco.

ORCA: Factores predictivos de supervivencia durante la reanimación cardiopulmonar.

PA: Presión arterial.

PAD: Programas de acceso a la desfibrilación.

PCEH: Parada cardio-respiratoria extrahospitalaria.

PCR: Parada cardio-respiratoria.

RCE: Recuperación de la circulación espontánea.

RCP: Resucitación cardiopulmonar.

ROC: Reanimación Consorcio de Resultados Epistry.

ROCS: Retorno de la circulación espontanea en la reanimación cardiopulmonar.

RRHH: Recursos Humanos.

SAMU: Servicio de Ayuda Médica Urgente.

SCA: Síndrome Coronario Agudo.

SCACEST: Síndrome Coronario Agudo con Elevación del Segmento ST.

SCASEST: Síndrome Coronario Agudo sin Elevación del Segmento ST.

SEM: Servicio de emergencias médicas.

SES: Servicio de Emergencias Sanitarias.

SV: Soporte Vital.

SVB: Soporte vital básico.

SVA: Soporte vital avanzado.

TEP: Tromboembolismo pulmonar.

TNA: Transporte no asistido.

USA: *United States of America*.

USVB: Unidades de soporte vital básico.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CRONOBIOLOGÍA DE LA PARADA CARDIO-RESPIRATORIA

Las enfermedades cardiovasculares constituyen unas de las principales causas de mortalidad en adultos. Un porcentaje significativo de estas muertes ocurre de forma súbita. Otras situaciones específicas como traumatismos graves, intoxicaciones o lesiones por agentes externos, pueden ocasionar una parada cardio-respiratoria. No se conocen grandes registros en España de paradas cardio-respiratorias (PCR) y, por tanto, la incidencia de este problema se extrapola de otros estudios de nuestro entorno.

Conocer la realidad propia de este problema y sus características en nuestra región, así como su distribución temporal puede permitir aplicar las políticas

sanitarias necesarias para reducir la mortalidad y mejorar la capacidad funcional de los supervivientes de una parada cardíaca extra-hospitalaria (PCEH).

El conocimiento de la variabilidad temporal de la PCR requiere en primer lugar una aproximación a la ciencia de la Cronobiología. Esta es una ciencia que parte de la observación de la dimensión “tiempo” en aquellas variables fisiológicas de interés. Esta ciencia ha sufrido un gran desarrollo en la última década, desde la recogida y análisis de datos con diversas técnicas estadístico-matemáticas, pasando por el conocimiento de las estructuras anatómicas y las sustancias que regulan el “reloj principal” de los organismos, hasta el descubrimiento de los “genes reloj” y su manipulación experimental, para observar los cambios que esta intervención produce en los organismos.

La variación periódica de determinados fenómenos biológicos y enfermedades llamó la atención de los médicos de la antigüedad, así para Aristóteles la periodicidad del ciclo sueño-vigilia se centraba en la variación que encontraba en la frecuencia cardíaca. Más recientemente se ha descrito la influencia de factor temporal en el desarrollo de diversas enfermedades, en especial, alteraciones del sistema circulatorio. La cronobiología es la disciplina que estudia la organización temporal de los procesos que ocurren en los seres vivos, los mecanismos que las originan y sus alteraciones (Madrid & Rol 2006).

Dado que la PCR es un síndrome complejo, vía final común de otra serie de entidades nosológicas, resulta relevante conocer la fisiología del organismo que puede conllevar una predisposición para los episodios de PCR. Hay que evaluar la evidencia que los factores de riesgo endógenos y los precipitantes externos ejercen sobre el organismo y cómo determinadas intervenciones pueden atenuar esa predisposición.

Así, en primer lugar, ha de tenerse en cuenta que existen numerosos cambios en el medio ambiente que ocurren de manera irregular y, en cierta medida, impredecibles (p.e. cambios meteorológicos). Estos cambios físicos constituyen una agresión para el acontecer de los seres vivos. Otros cambios ambientales como por ejemplo la duración del día y la noche, las mareas y los ciclos lunares, son periódicos. Unos cambios ambientales y otros, suponen una agresión para la homeostasis de los organismos al que han de adaptarse como ventaja para la supervivencia. Así, los cambios ambientales periódicos son los que han tenido una mayor influencia moduladora de la evolución biológica. Además, esta periodicidad biológica asociada a la periodicidad geofísica predecible ofrece dos ventajas adaptativas a los seres vivos: la predictibilidad y la capacidad de distinguir cambios de amplitud suficiente en el entorno (Cardinali 1994). Esta segunda supone que el organismo es capaz de regularse en un margen conocido de la magnitud de una variable geofísica. Permite así, por ejemplo, que un organismo pueda vivir en un entorno de temperatura extremo como los polos o bien aproximarse a zonas de temperatura más constante como sucede con las migraciones de las aves. Este hecho ha configurado de tal modo a los seres vivos que pueblan la Tierra que ha dejado impreso en el DNA de los organismos esta variabilidad, configurando sistemas estructurados que anticipan de manera endógena estos cambios (relojes biológicos). Incluso se ha demostrado esa variabilidad en la expresión proteica de los mamíferos (Yanovsky & Kay 2003; O'Neill & Reddy 2011).

1.2. EPIDEMIOLOGÍA DE LA PARADA CARDIO-RESPIRATORIA

1.2.1. Definición y conceptos generales de la parada cardio-respiratoria

La PCR se define como una situación clínica que cursa con interrupción brusca, inesperada y potencialmente reversible, de la actividad mecánica del corazón y de la respiración espontánea (Perales, López & Ruano 2007). La PCR debe diferenciarse de la “muerte natural” que acontece de forma “esperada” como evolución natural de una enfermedad. La PCR conlleva inevitablemente a la muerte si no se instauran de manera precoz medidas para revertir ese estado.

La resucitación cardiopulmonar (RCP) se compone de un conjunto de maniobras estandarizadas y de aplicación secuencial, encaminadas a revertir la situación de PCR. Se pretende sustituir temporalmente, mediante la aplicación de estas técnicas, la respiración y circulación espontáneas en un intento de recuperación de las mismas. Clásicamente se ha dividido en RCP básica o avanzada según el nivel de cuidados que es posible prestar:

- La RCP básica se compone de un conjunto de habilidades básicas como identificar correctamente a las víctimas con una posible PCR, alertar a los servicios de emergencia y aplicar una sustitución, sin ningún material o con simples dispositivos, de la circulación y respiración espontáneas.

- La RCP avanzada agrupa un grupo de conocimientos y técnicas para proporcionar un tratamiento definitivo a la situación de PCR, optimizando la sustitución de las funciones respiratoria y circulatoria.

Un concepto más amplio y reciente es el de soporte vital. Así, el soporte vital básico (SVB) comprendería no sólo las actuaciones en la situación de PCR, sino también aspectos de prevención e intervención antes de que ésta ocurra. Esto incluiría aspectos de prevención y tratamiento organizados de la enfermedad cardiovascular aguda, especialmente el infarto agudo de miocardio (IAM). Soporte vital avanzado (SVA) incluye no sólo la atención a la PCR de manera optimizada, sino aquellos cuidados iniciales en todas aquellas situaciones de emergencia que puedan desembocar en una PCR.

Las sociedades científicas internacionales, ante los pobres resultados logrados en el tratamiento de la PCR, como veremos más adelante, han buscado estrategias que puedan mejorar los resultados. Una de estas estrategias ha sido desarrollar el concepto de cadena de supervivencia. La cadena de supervivencia (Cummins et al. 1991), es un concepto que refleja gráficamente un grupo de procesos, secuenciales e interrelacionados entre sí, para conseguir mejorar la supervivencia de la PCR. Los elementos o eslabones que conformarían la cadena, varían según la sociedad científica que establece las recomendaciones (Pérez-Vela et al. 2011), pero incluyen el reconocimiento y alerta del sistema de emergencias, inicio de maniobras de RCP básica, desfibrilación precoz, soporte vital avanzado y cuidados post-resucitación (Nolan et al. 2010).

La desfibrilación precoz ha sido descrita, dentro de la cadena de la supervivencia, como la clave para lograr unos mejores resultados. Esto es debido a la eficacia de la desfibrilación en el tratamiento de las arritmias susceptibles a recibir este tratamiento: fibrilación ventricular y taquicardia ventricular sin pulso. La desfibrilación consiste en el paso de una corriente eléctrica con suficiente magnitud para despolarizar una cantidad de masa crítica de miocardio suficiente para restaurar una actividad eléctrica organizada. Los dispositivos y aparatos desfibriladores han seguido una rápida evolución tecnológica que ha permitido el desarrollo de los desfibriladores externos semiautomáticos (DEA) capaces de reconocer con gran precisión y seguridad la presencia de un ritmo desfibrilable. Así mismo, la realización de maniobras de RCP básica por testigos evita que decaigan rápidamente las posibilidades de desfibrilación exitosa (Waalewijn, Tijssen & Koster 2001).

Otra de las estrategias internacionales para mejorar los resultados en la PCR ha sido el denominado “estilo Utstein”. Uno de los principales factores que han dificultado el conocimiento de la eficacia y efectividad de las técnicas aplicadas en el manejo de la PCR e incluso la tasa de supervivencia, ha sido la falta de una metodología unificada para la comunicación de resultados. En los años 90 se publicó en revistas de gran prestigio el “estilo Utstein” (nombre de la abadía Noruega donde tuvo lugar la primera reunión de expertos) para la comunicación de resultados en relación a la PCR. Este grupo de trabajo ha sugerido definiciones y unificación de recogida de datos para la PCEH (Cummins et al.1991; Zaritsky et al 1995; Cummins et al.1997; Tormo & Manrique 2003; Jacob et al.2004), parada cardiaca hospitalaria y pediátrica, así como recomendaciones para la investigación.

El primer encuentro se celebró en la histórica abadía de Utstein, de ahí en nombre. El estilo Utstein fue el título preferido de los participantes. Comprende un glosario de términos acordados y un modelo para la comunicación de datos en los intentos de resucitación en el paro cardíaco extrahospitalario. El modelo detalla una lista de sucesos que deberían ser incluidos en los informes, definiciones de tiempos puntuales e intervalos de tiempo relacionados con la resucitación cardíaca, y recomendaciones para el desafío de los sistemas médicos de resucitación de emergencia. La nomenclatura del paro cardíaco presenta un problema semántico clásico. El mismo

término tiene diferentes significados en distintas naciones. El problema estaba dado por términos que debían ser expresiones de lo mismo representando por lo tanto definiciones consensuadas. Los términos incluidos en el glosario internacional fueron elegidos porque daban lugar a la aparición de malos entendidos en las conferencias (Álvarez Fernández & López de Ochoa 2013). El estilo Utstein recomienda que estos pacientes con paro post-llegada, sean separados de los paros no presenciados o presenciados por testigos.

Publicaciones recientes describen una supervivencia a 30 días que van desde 20% al 31% en las víctimas con paro cardíaco presenciado y del 11% en F.V (Ringh, Jonsson & Nordberg 2015). En un estudio longitudinal en América del Norte, se encontró un número creciente de sobrevivientes, variando mucho también dentro del sistema sanitario (Daya, Schmicker & Zive 2015) y con las diferencias en presencia de espectador-PCR, calidad de la PCR y el tratamiento post-ROSC (retorno de la circulación espontánea en la reanimación cardiopulmonar). Por todo ello, se han dado recomendaciones para las métricas de PCR, necesarias para describir la calidad (Meaney, Bobrow & Mancini 2013).

Además, ajustar el riesgo con más detalles sobre las víctimas podría ser útil para entender la variabilidad de los resultados (Gräsner, Meybohm & Lefering 2011).

En Europa y América, dadas las diferencias en las culturas médicas, normas de tratamiento y resultados de PCEH, incluyendo PCR, también puede influir en el resultado después de un paro cardíaco. Por ello, representantes del *European Resuscitation Council* (ERC) y la *American Heart Association* (AHA) se reunieron en 1990 para establecer términos y definiciones uniformes en la resucitación extrahospitalaria.

El "grupo de comparación Utstein" es una forma de definir de forma uniforme la población de las víctimas de PCEH con las mejores posibilidades de supervivencia. Dentro de este grupo también encontramos una amplia variabilidad de incidencia, ROSC, ingreso en el hospital, la descarga y / o de 30 días supervivencia. Puede parecer razonable suponer que debe haber un número similar de sobrevivientes en este grupo. Sin embargo, encontramos las tasas de supervivencia de hospital que van desde menos de 6% hasta 55% (Ringh, Jonsson & Nordberg 2015).

1.2.2. Resucitación cardiopulmonar

La resucitación es una ciencia relativamente moderna, aunque el deseo de poder revertir el proceso propio de la muerte es consustancial a la humanidad. La mitología griega recoge cómo Asclepios fue fulminado por un rayo de Zeus por resucitar a los humanos muertos (Grimal 2003). No es hasta el siglo XVIII que el anatomista Andreas Vesalio (Cooper et al 2006.), describió la posibilidad de revivir animales mediante la ventilación artificial a través de una traqueotomía. Este conocimiento, sin embargo, no encontró aplicación en humanos. En 1771 Tossach describió la utilización de la respiración “boca a boca”. Años más tarde, con el inicio de la utilización de anestésicos inhalados como el cloroformo se describieron numerosas muertes. En 1870 el fisiólogo y profesor Schiff estudió las muertes inducidas por cloroformo en perros, llegando a la conclusión de que la parada cardiaca era el mecanismo más frecuente y que precisaba de masaje cardiaco interno, mediante la aplicación de movimientos rítmicos con la mano que envuelve el corazón, para obtener una resucitación efectiva. Esta técnica no fue aplicada en humanos hasta 1901 por Kristian Igelsrud en una parada cardiaca tras una inducción anestésica (Cooper et al 2006.) Casi al mismo tiempo, en 1899, Prevost y Batelli aplicaron choques eléctricos en perros desencadenando y revirtiendo corazones en fibrilación.

La primera desfibrilación exitosa en un paciente la realizó Claude Beck en 1947. Se trataba de un joven de 14 años al que se realizó desfibrilación y masaje cardiaco interno durante una cirugía esternal. En 1955 Zoll describe la primera desfibrilación externa exitosa. Peter Safar en 1958 demuestra la importancia de la obstrucción de la vía aérea en los pacientes inconscientes y cómo evitarlo mediante la extensión de la cabeza y la tracción de la mandíbula. En 1960 Kowenhoven redescubre el masaje cardiaco externo como medio eficaz. Bernard Lown en 1962 describió el desfibrilador de corriente continua, que demostró ser superior al de corriente alterna. En 1979 se desarrolla el primer desfibrilador externo automático. Y en 1981, Mirowski

describe la utilización del primer desfibrilador automático implantable (DAI), útil en pacientes con elevado riesgo de muerte súbita debida a arritmias ventriculares.

Desde entonces las sociedades científicas internacionales han depurado el conocimiento en este campo, describiendo las actuaciones que gozan de mayor evidencia, en un intento de mejorar la supervivencia sin secuelas de las víctimas que sufren una PCR. Se ha tratado de un riguroso proceso que ha ido constantemente revisando la evidencia existente mediante la distribución de varias tareas: conocimiento de datos epidemiológicos, estudios experimentales, programas de acceso a la desfibrilación, programas de intervención educacional, estudios de simulación, estudios de experimentación animal, etc. Así, el tratamiento de la PCR constituye actualmente un ejemplo de metodología de estudio y trabajo riguroso aplicable a otros ámbitos de la medicina.

1.2.3. Incidencia y supervivencia de la parada cardio-respiratoria

La PCEH es un síndrome complejo. Existen grandes diferencias en los trabajos publicados en términos de supervivencia y características encontradas. En concordancia con esta afirmación, en una revisión sistemática reciente de los estudios de supervivencia de la PCEH (Berdowski et al. 2010.), encuentran múltiples dificultades para la comparación de datos. Así, el primer problema que se encuentra cuando se intenta comparar estudios reside en la definición práctica que se aplica de PCR, ya ha sido definida como: i) todos los pacientes que fallecen fuera del hospital, ii) aquellos que fallecen de manera súbita, iii) aquellos que han recibido aviso del sistema de emergencias médicas (SEM), iv) aquellos que han recibido atención por el SEM, v) aquellos en los que se han realizado intentos de resucitación, vi) aquellos de aparición súbita y presumiblemente cardiológica, vii) aquellas PCR presenciadas o viii) aquellos que han presentado como ritmo de PCR una fibrilación ventricular.

Estas diferencias en la definición “operativa” de la PCR puede ser una de las causas de la enorme variabilidad encontrada en los diversos estudios.

Del mismo modo existen dificultades para definir la prevalencia e incidencia de PCR en un determinado territorio. Esto es debido a que, a menudo, se acota la población en riesgo: toda la población de una región o territorio, sólo adultos o adultos y niños.

El PCEH es un importante problema de salud en Europa y en los Estados Unidos. El número de pacientes que tradicionalmente se ha informado que tienen PCEH anualmente en estas dos partes del mundo es de 275.000 y 420.000 respectivamente (Rea et al. 2004; Atwood et al. 2005). Esto se corresponde con una tasa de incidencia de aproximadamente 38,0 a 55,0 PCEH/100.000 personas/año con la reanimación intentada por servicios médicos de emergencia (EMS).

Así, en estudios sobre incidencia y supervivencia de PCEH desde una perspectiva europea, se informa que muchos sistemas de SEM muestran buenos resultados en términos de supervivencia después de OHCA (reanimación de pacientes fuera del hospital por paro cardíaco). (Hulleman, Zijlstra & Beesems 2015). En un estudio posterior, se reportó una incidencia general de 38 PCEH tratados por EMS por 100.000 personas/año en Europa, con un porcentaje de supervivencia global al alta hospitalaria de 10,7% en general y del 21,2% para la FV. Se extrapola que 29.000 personas fueron resucitados con éxito después de cada año PCEH en Europa. Por último, en un tercer estudio, que incluyó cinco registros regionales/nacionales (Herlitz et al. 1999; Gräsner et al. 2011). La incidencia de intentos de resucitación después PCEH varió 17 y 53 por 100.000 personas-año. Hubo una amplia variabilidad en términos de PCR y la supervivencia temprana. En este estudio se muestra la variabilidad del ROSC de valores inferiores al 10% hasta 50%, y de la supervivencia desde menos de 5% a 30%. Las diferencias en las estructuras de EMS y las prácticas de RCP pueden ser una razón para esto y hay que recordar que los datos son reportados como valores medios de todos los países. Sin embargo se encuentra una diferencia parecida entre los sistemas de atención y la variabilidad en los resultados obtenidos según el estudio EuReCa (Gräsner et al. 2011).

Más recientemente, el estudio Eureka Naciones UNO-27 realizó en 27 países de Europa un registro mediante análisis multicéntrico prospectivo del mes de octubre de 2014 de los pacientes que han sufrido una PCEH atendidos y/o tratados por

un servicio médico de emergencia (EMS) (EuReCa ONE—27 Nations, ONE Europe, ONE 2016). Los datos fueron extraídos de los registros nacionales, regionales o locales. Así, sobre 10.682 pacientes que habían padecido PCEH, se confirmaron pacientes reanimados fuera del hospital por paro cardíaco (OHCAs) de 248 regiones en 27 países, con una población estimada de 174 millones de habitantes. En 7146 casos (66%), la RCP se inició por un espectador o por el EMS. La incidencia de RCP osciló de 19 a 104 casos por 100.000 habitantes por año. De ellos, 1735 tenían PCEH cuando llegaron al hospital (25,2%) y en general, el 10,3% de todos los casos con RCP sobrevivió durante al menos 30 días o hasta el alta hospitalaria. Estos resultados han puesto de relieve que la PCEH sigue siendo un importante problema de salud pública con un número considerable de muertes en Europa y demuestra claramente las importantes diferencias en los procesos de recolección de datos y la importancia y necesidad de que los resultados informados en el futuro sobre PCEH en toda Europa, y su análisis, entre los distintos países, regiones, sistemas sanitarios, etc. sean uniformes ya que podrían servir para un mayor conocimiento y mejora en la supervivencia (Perkins, Jacobs & Nadkarni, et al 2015).

En concreto, en este estudio ha participado España, con los siguientes resultados: sobre una población de 47.270.000 se ha analizado el 100%, con un número de PCR de 1107 (incidencia 28/100.000 habitantes/año), entre los que se intentó RCP en 756 (19/100.000 habitantes/año (EuReCa ONE—27 Nations 2016).

La mejor manera de describir la epidemiología de una enfermedad es crear un registro, al cual es comunicada la PCEH. Estos registros pueden implicar un servicio de EMS, una región, o un país en su conjunto. Un registro puede describir cambios en el tiempo de la incidencia, supervivencia y distintos tratamientos. Un importante factor para medir la PCEH es la presencia de RCP, que refleja la participación de la comunidad en el tratamiento de esta emergencia.

En términos de PCEH, una serie de registros se han construido fuera de Europa. De particular interés son las de Registro Cardíaco de detención para aumentar la supervivencia (CARES), la Reanimación Consorcio de Resultados Epistry (ROC) (Nichol, Thomas & Callaway 2008; Hasegawa et al 2013), la All-Japan Utstein

Registro, y el pan-asiática Reanimación Resultados y Registros (Chan et al. 2014; Ong, Shin et al 2015).

Durante las últimas décadas una serie de registros de PCEH se han implementado en Europa, que cubren partes diversas de los países participantes, sin embargo, la mayor parte de Europa no incluye de forma continua sus pacientes en estos registros de OHCA. Un registro para cubrir áreas más grandes de Europa permitiría tener una visión global de la epidemiología de PCEH en estas áreas. (Sedgwick et al 1993; Van Hoeyweghen et al 1993; Gräsner et al 2009; Wissenberg et al 2013; Blom et al 2014; Ristagno et al 2014; Hubert et al 2014; Masterson et al 2015; Stromsoe et al 2015; Cebula et al 2016; Rosell et al 2016).

En el mismo estudio Eureka, cuando se utilizaron los criterios Utstein, o sea pacientes con un testigo, sólo se pudieron incluir 12,5% de ellos (890/7146). Y 7 países fueron excluidos al no tener igual o más de 10 pacientes (25 casos). La información sobre la RCE estaba disponible para 845 (98%) de estos casos. La proporción global de pacientes con retorno de la circulación espontánea en la reanimación cardiopulmonar (ROSC) fue de 56,8%, con una variación entre 25,0% a 84,6% entre países. Los datos sobre supervivencia estaba disponible para 733 pacientes (85%), de los cuales sobrevivieron durante al menos 30 días o alta hospitalaria 218 (29,7%), variando por países entre el 5,3% y 57,9%. La tasa de incidencia de la supervivencia varió de 0,1 cuando no hay testigo a 6,3 supervivientes por 100.000 habitantes en presencia de testigo.

Suponiendo que la tasa de OHCA fue similar durante los restantes once meses del año, encontramos una tasa de incidencia de 84 por 100.000 habitantes, similar a lo reportado por un estudio previo de 87,4 por 100.000 personas-año para Europa (Berdowski et al. 2010).

La incidencia global de PCEH en las que se inició RCP fue de 49 pacientes por cada 100.000 habitantes, claramente más alta que la informada para Europa (Dinamarca y Suecia) hace diez años (38,0 por 100.000) (Wissenberg, Lippert & Folke 2013; Stromsoe, Svensson & Axelsson 2015).

Asimismo, en el estudio Eureka, la proporción de pacientes con CPR en fibrilación ventricular fue del 22,2%, cifra relativamente baja en comparación con la incidencia hace 10 años en Europa (42,9%) (Berdowski et al. 2010), acordes con la disminución apuntada en USA. Sin embargo, hay países en Europa, donde una mayor incidencia de la FV ha sido recientemente encontrada (Keller & Halperin 2015).

1.2.4. Variabilidad temporal de patologías asociadas a la parada cardio-respiratoria.

Hay una serie de factores asociados a enfermedad cardiovascular. Ésta puede expresarse de distintas maneras y conducir finalmente a una parada cardio-respiratoria, ya sea por fenómenos asociados a enfermedad coronaria, tromboembolismo pulmonar, infarto cerebral isquémico o hemorrágico, etc. En este apartado se revisará la evidencia disponible en cuanto a variación temporal de distintas enfermedades que pueden causar un episodio de parada cardio-respiratoria.

1.2.4.1. Síndrome coronario agudo (SCA)

El síndrome coronario agudo es un conjunto de entidades nosológicas que representan distintos estadios de un proceso fisiopatológico único: la isquemia miocárdica aguda. Ésta es, en general, secundaria a aterosclerosis coronaria complicada con fenómenos trombóticos que provocará distintos grados de obstrucción al flujo coronario y que, dependiendo del grado de obstrucción y del estado previo del miocardio, se presentará clínicamente como una angina inestable, infarto agudo de miocardio sin elevación del ST, infarto agudo de miocardio con elevación del ST o muerte súbita de causa isquémica.

Aunque la isquemia miocárdica puede producirse en cualquier momento del día, se ha constatado la existencia de una variación circadiana en la aparición de los episodios de cardiopatía isquémica aguda en la población general (Ridker et al. 1990; Garmendia 2003). En estos y otros estudios se ha referido un pico de incidencia matinal con diferencias en cuanto a la hora exacta y duración del pico. Se comprobó que, entre las 9.00 y las 10.00 h, se produce el número máximo de infartos y el mínimo en torno a la medianoche.

En épocas más recientes, gracias al mejor conocimiento fisiopatológico de la enfermedad, el síndrome coronario se ha clasificado de manera funcional en síndromes coronarios con elevación del segmento ST (SCACEST) y síndromes coronarios sin elevación del segmento ST (SCASEST), según los hallazgos electrocardiográficos. En términos globales, el SCACEST suele significar la obstrucción trombótica de una arteria coronaria que si no se resuelve mediante un fármaco trombolítico o mediante intervencionismo coronario percutáneo provocará un infarto transmural (infarto Q). Entonces, una oclusión trombótica total, aguda y relativamente persistente, resultará en IAMCEST o en muerte súbita cardiaca, en dependencia de la magnitud y el estado cardíaco previo (Holmes et al. 2010).

Los SCASEST, sin embargo, son consecuencia de una trombosis parcial incompleta, un incremento del consumo miocárdico de oxígeno o de la embolización distal de fragmentos de un trombo no oclusivo, en el territorio de un arteria coronaria.

Esta perspectiva es necesaria para comprender el resultado de diversos trabajos, ya que, la angina inestable y el infarto no Q, serían generalmente manifestaciones de SCASEST y el infarto Q sería, con matices, asimilable al SCACEST (Holmes et al. 2010).

Asociando deportes con paros cardiacos repentinos (SCA) que se producen principalmente durante mediana edad, se ha tratado de determinar la carga, características y resultados de SCA durante la práctica deportiva entre los residentes de 35 a 65 años de edad de una comunidad grande de Estados Unidos. El SCA asociado a deportes en la mediana edad representa una parte relativamente pequeña del total de SCA, lo que refuerza la idea del alto beneficio y la naturaleza de bajo riesgo de la actividad deportiva. Además la supervivencia fue mayor en los casos de SCA asociado a deporte. Especialmente a la luz de la tendencia al envejecimiento de la población actual. Estos resultados ponen de relieve que la educación específica podría maximizar la seguridad y la aceptación de la actividad deportiva en el atleta (Marijon et al. 2015)

1.2.4.2. Muerte súbita cardiaca

La MS (muerte súbita) se define como la que acontece de forma natural (no violenta) e inesperada, en un intervalo inferior a una hora desde el inicio de los síntomas premonitorios, en una persona en aparente buen estado de salud, que no está ingresada en un hospital y se encuentra realizando sus actividades habituales en el momento del suceso fatal. Si no existieron testigos, se amplía el plazo hasta 24 horas previas si la víctima fue vista en perfecto estado de salud (Myerburg & Castellanos 2012).

Existen una multitud de causas que pueden provocar muerte súbita. La causa principal de muerte súbita, en más del 90% de casos, es la enfermedad coronaria en su doble vertiente: síndrome coronario agudo o cardiopatía isquémica crónica. También se asocia a otras enfermedades del corazón como miocarditis, miocardiopatía dilatada e hipertrófica, arritmias primarias (canalopatías) y otras patologías cardíacas. Entre las etiologías no cardíacas encontraríamos las enfermedades cerebrovasculares o el tromboembolismo pulmonar (Morentin & Audicana 2011).

La MS de origen cardíaco es una de las principales causas de muerte en los países occidentales. El reconocimiento de sus posibles causas y mecanismos está dirigido a conseguir una mejor estratificación del riesgo que permita obtener un efecto preventivo, tanto primario como secundario, más eficaz. En las dos últimas décadas se han conseguido importantes avances en el tratamiento de las arritmias, que pueden tener un impacto directo sobre la incidencia de muerte súbita en los grupos de mayor riesgo. Sin embargo, el bajo valor predictivo positivo de las técnicas diagnósticas actuales, así como el elevado número de pacientes que presentan muerte súbita como primer síntoma de su enfermedad, representan una limitación importante para su prevención en el conjunto de la población general.

La definición de MS ha cambiado a lo largo de los años. Inicialmente se aceptaban aquellas muertes en las que el lapso de tiempo entre el inicio de los síntomas y el fallecimiento podían transcurrir hasta 24 h. La definición de MS más aceptada en la actualidad es aquella en la que la muerte sobreviene de forma inesperada y que acaba con la vida del paciente en menos de 1 h tras el inicio de los síntomas. Sin embargo, esta definición no está exenta de detractores y de polémica, por su indeterminación y excesiva flexibilidad (Rodríguez-Font & Viñolas 1999).

1.3. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS FACTORES ASOCIADOS A UNA MAYOR SUPERVIVENCIA EN LA PARADA CARDIACA

1.3.1. Edad

La aparición de una PCR puede ocurrir a cualquier edad, sin embargo, parece existir una mayor proporción entre los adultos en edades medias de la vida y la vejez, sin que exista consenso en el valor límite para separar ambos grupos. No existen límites estandarizados que demarquen el estado adulto o anciano y así se han utilizado diversos límites en los distintos trabajos. La edad es un factor de riesgo importante para la mortalidad y los resultados desfavorables después de una parada cardíaca reanimada con éxito (Arrich et al. 2006). Además, otros factores de riesgo pueden interactuar con esta relación, e incluso el influjo de la edad en la supervivencia pueda ser debida a factores de confusión, como por ejemplo el sexo (Chang et al. 2003). Por otro lado, la influencia de la edad en la PCEH ha sido muy estudiada, con resultados contradictorios, en la PCR de origen presumiblemente cardiológica y menos en otras categorías etiológicas.

La mayoría de los trabajos (Herlitz et al. 2003; Bunch et al. 2004; Arrich et al. 2006), que se han ocupado de este factor no modificable apuntan a una mayor mortalidad que se incrementa con la edad, sin embargo, otro trabajo (Vukmir 2003) apunta en la dirección contraria. Se encuentra un peor pronóstico no sólo en términos de supervivencia, sino también de pronóstico funcional (Bunch et al 2004; Arrich et al. 2006). Sin embargo, no todos los autores concluyen que la realización de maniobras en víctimas de edad avanzada sea fútil y es posible que deban tenerse en cuenta otros condicionantes para limitar las actuaciones de SVA en estos pacientes (Rogove et al. 1995; Swor et al. 2000). Además, se desconoce el resultado neurológico en los pacientes de edad avanzada tras sistematizar la hipotermia terapéutica como tratamiento del síndrome post-resucitación.

También se han observado factores relacionados con el manejo de víctimas de edad avanzada que presentan una PCEH. Se ha descrito una mayor presencia de ritmos no desfibrilables, mayor porcentaje de mujeres y menor porcentaje de maniobras por testigos (Herlitz et al. 2003).

Globalmente, la población de pacientes que sufren una PCEH presenta una media de edad mayor en la última década (Herlitz et al. 2000).

Quizás la edad tenga más importancia como indicador de morbilidad que como valor en sí mismo. Se ha visto un incremento de la comorbilidad de las víctimas de una PCEH en los últimos años, que pueden tener más relevancia que la edad misma en la supervivencia. Así la presencia de co-morbilidades es cada vez más frecuente: Diabetes mellitus, hipertensión, enfermedad coronaria, insuficiencia cardiaca, enfermedad pulmonar, insuficiencia renal, ictus previo o neoplasias son circunstancias cada vez más asociadas al hecho de padecer una PCEH. Pero la adición de enfermedades al estado crónico de salud no hace sino ensombrecer el pronóstico de alcanzar la recuperación de la circulación espontánea y el alta hospitalaria sin secuelas, incluso en presencia de un ritmo inicial favorable (desfibrilable) (Hallstrom, Cobb & Yu 1996; Carew, Zhang & Rea 2007).

1.3.2. Sexo

Las mujeres eran menos propensas que los hombres a recibir tratamientos de referencia recomendado para PCEH. Las razones de estas diferencias requieren una mayor exploración. Así la educación y la formación del EMS deben abordar específicamente estas diferencias de sexo en el tratamiento de PCEH (Bryn & Umarov 2016).

Las enfermedades cardiovasculares constituyen la causa más frecuente de muerte del hombre y de la mujer en los países desarrollados. También en el estudio de Framingham (Kannel et al. 1998) se describieron las diferencias relacionadas con el sexo, respecto a la taquicardia ventricular y a la muerte súbita. Después de un período de seguimiento de 26 años, la incidencia de muerte súbita aumentó con la edad en toda la población, con un predominio en los varones en todos los grupos de edad y una

diferencia de aproximadamente 3:1 respecto a las mujeres. Sin embargo, en la edad postmenopáusica, se incrementa la prevalencia de enfermedades cardiovasculares en el sexo femenino, incluida la enfermedad coronaria aguda y la muerte súbita de origen cardíaco (Deo et al. 2011).

Las mujeres tienen una frecuencia cardíaca basal más elevada y una menor incidencia de muerte súbita (Kannel et al. 1998; Albert et al. 2003; Miani et al. 2012). Además, en las supervivientes de una muerte súbita es relativamente frecuente encontrar corazones estructuralmente normales y ausencia de enfermedad coronaria (Miani et al. 2012). La prolongación del intervalo QT y las torsades de pointes son más frecuentes en las mujeres (Stramba-Badiale & Priori 2005).

En varios estudios el sexo masculino se ha relacionado con menor probabilidad de supervivencia y peor resultado neurológico en las víctimas de una PCEH (Vukmir 2003; Herlitz et al. 2004). No obstante existe una tendencia no significativa a una peor supervivencia y resultado neurológico en las mujeres de edad superior a los 75 años (Arrich et al. 2006). Otros trabajos han referido una menor presencia de ritmos DF en el sexo femenino y tras ajustar varios factores de confusión encuentran una supervivencia similar entre ambos sexos (Kim Cet al. 2001).

En conclusión, la mayoría de los estudios apuntan a una menor proporción de PCEH en las mujeres, con una mayor supervivencia y mejor resultado neurológico que los varones. Esta diferencia tiende a desaparecer ante una mayor edad de las víctimas.

1.3.3. Parada cardio-respiratoria presenciada y maniobras de RCP básica por un testigo

Un porcentaje importante de las PCEH son consecuencia de fibrilación ventricular o taquicardia ventricular sin pulso en el seno de un síndrome coronario agudo. Sin embargo, este ritmo inicial degenera rápidamente en asistolia si no se resuelve mediante choque eléctrico (Martin et al. 1991). Es en este periodo en el que la realización de maniobras de soporte vital básico puede preservar la viabilidad

miocárdica. Estudios en animales (Taylor et al.1988; Halperin et al. 2010) confirman que la realización de maniobras de SVB, especialmente masaje cardiaco, puede conseguir mantener un flujo coronario y miocárdico que evita la degeneración hacia la asistolia. Un estudio en humanos (Paradis et al.1990) encuentra correlación entre el grado de presión de perfusión coronaria y la recuperación de circulación espontánea. Esto se comprueba en otro estudio (Waalewijn et al. 2002) que demuestra que la realización de maniobras de SVB enlentece esa degeneración hacia la asistolia de una FV. Además la amplitud de la onda de fibrilación ventricular también decrece más lentamente en víctimas que reciben maniobras de SVB. Se estima que el 53% de las PCEH suceden en presencia de un testigo, un 10% sucederían en presencia de los servicios de emergencias y el resto sucederían en ausencia de unos y otros. El hecho de que hasta un 53% de las PCEH sean presenciadas permite, al menos, contar con una persona que alerte precozmente del suceso a los equipos de emergencias. Sin embargo, del mismo meta-análisis (Sasson et al. 2010) se extrae que el inicio de maniobras de SVB por testigos se llevó a cabo en torno al 32% de las PCEH. Se calcula que el número de víctimas que se han de tratar con maniobras de SVB para salvar una vida corresponde a 36. Una de las medidas para aumentar la supervivencia de la PCEH es incrementar los esfuerzos en este eslabón que ha demostrado aumento de la supervivencia. Se han ideado varios métodos para incrementar la actuación de estos primeros intervinientes de las PCEH. Algunos de ellos se han llevado a cabo mostrando una mejoría de la supervivencia.

Una de las estrategias propuestas consiste en guiar a los testigos de la PCR en la realización de maniobras de SVB. Esta estrategia (O'Neill & Deakin 2007) ha demostrado que es capaz de incrementar el inicio de maniobras hasta en un 70% de los casos, incrementando en un 20% la realización de maniobras. Este programa de guía telefónica de las maniobras de SVB no está exento de dificultades y barreras. Así, simulaciones realizadas con maniqués demuestran que la frecuencia y profundidad de las compresiones torácicas son inadecuadas en un alto porcentaje de los intervinientes (Cheung et al.2007), aunque en modificaciones del protocolo telefónico, simplificando el proceso, mediante compresiones torácicas ininterrumpidas, puede mejorarse la técnica y minimizar las pausas (Deakin et al. 2007). En todo caso, maniobras de SVB con compresiones torácicas, aunque no es el estándar en personal entrenado, es mejor

que no aplicar medidas de SVB. Así lo atestiguan el estudio SOS-KANTO (Lancet, 2007) y otro (Iwami, 2007).

Otra de las estrategias se centra en el entrenamiento de primeros intervinientes, ya sea mediante un plan de educación para la población general, como por ejemplo, en el caso sueco (Holmberg, 2000). También pueden ir orientados a grupos de población en riesgo, como pacientes o familiares de pacientes (Haugk, 2006). Pero resulta difícil cuantificar el beneficio de estos programas dirigidos a la población en términos de mejora de la supervivencia. Por otro lado, se ha comprobado la necesidad de reciclaje pasados tan sólo seis meses tras haber asistido a un curso. Otras medidas, como el entrenamiento particular mediante maniquí y curso multimedia puede resultar de utilidad (Mpotos et al. 2011).

1.3.4. Ritmo inicial de la parada cardio-respiratoria y desfibrilación eléctrica

La desfibrilación eléctrica de aquellos ritmos susceptibles de ser resueltos mediante este procedimiento, fibrilación ventricular y taquicardia ventricular sin pulso (TVSP), constituye un eslabón fundamental en la mejora de la supervivencia.

Aunque la desfibrilación eléctrica ha sido utilizada como medida eficaz de resolución de las arritmias, permanece todavía no bien conocida la manera en que el choque eléctrico interrumpe la arritmia. (Adgey, Spence & Walsh 2005) Esto es debido a la compleja red eléctrica que provoca la alteración de los potenciales de membrana de los cardiomiocitos. La corriente eléctrica que fluye a través de las palas del desfibrilador provoca la desporalización de la corriente transmembrana, pero se postula que ésta no ocurriría de manera uniforme y así los miocitos próximos al ánodo permanecerían hiperpolarizados mientras que los próximos al cátodo permanecerían despolarizados.

Los términos "monofásico" y "bifásico" se refieren al tipo de onda de un desfibrilador. El principio básico de la diferencia entre estos tipos de desfibrilación en realidad es bastante sencillo. En esencia, el dispositivo monofásico envía la corriente eléctrica en una sola dirección a través de los electrodos de desfibrilación. Los

dispositivos bifásicos envían la corriente inicialmente en una dirección y luego se invierte el flujo de corriente en el sentido opuesto durante el choque eléctrico. Hay muchos tipos diferentes de formas de onda bifásica. Como se demostró en el ensayo ORBIT (Morrison et al. 2005) y TIMBER (Kudenchuk et al. 2006), no parece que haya diferencias importantes en los resultados clínicos, incluida la tasa de retorno de la circulación espontánea o supervivencia al alta hospitalaria en los pacientes tratados con desfibrilación monofásicos con respecto a bifásicos. Una excepción a esta idea procede del estudio ORCA (Schneider et al. 2000), que demuestra una mejora en los resultados neurológicos al alta hospitalaria con el uso de corriente bifásica. A pesar de pocos datos que demuestran una diferencia en los resultados clínicos, parece que desfibrilar con onda bifásica se asocia a mayor eficacia con energías más bajas y probablemente un menor índice de daño en el tejido miocárdico y en piel (Morrison et al. 2005; Kudenchuk et al. 2006; Leng et al. 2000; Niebauer et al. 2004).

Otro concepto desechado, salvo en situaciones concretas, era la hipótesis de que varios choques sucesivos se traducían en un descenso de la impedancia torácica al choque y podían traducirse en la resolución más rápida de una fibrilación ventricular refractaria. Ésta idea ha sido descartada por varios trabajos (Niemann et al. 2003; Rea et al. 2006).

La desfibrilación precoz ha sido un elemento fundamental dentro de las estrategias para la mejora de la supervivencia de la PCEH. Un trabajo clásico de (Herlitz et al. 1997) describe que el porcentaje de RCE después de la primera desfibrilación fue del 28% en los primeros cinco minutos tras la PCR, comparado con un 3% en la FV tras doce minutos o más de PCR. Así, una desfibrilación en los primeros minutos es capaz de transformar una FV en un ritmo con circulación espontánea en el 56% de los casos y todavía hasta un 28% en un quinto intento de desfibrilación.

El análisis de la onda de FV tiene importancia ya que ondas de mayor amplitud puede traducirse en una mejor y más rápida respuesta a la desfibrilación. Por el contrario, en ocasiones, es difícil distinguir entre fibrilación ventricular “de grano fino” y la asistolia. Eftestol et al. (2005) dan cuenta de este hecho y apuntan en la línea de investigación de entregar un choque cuando la onda detectada por el desfibrilador tenga unas características concretas.

Todos estos datos indican la importancia de la desfibrilación como herramienta eficaz de tratamiento de la PCEH.

1.3.5. Programas de acceso público a la desfibrilación

Los programas de acceso a la desfibrilación (PAD) surgen tras el desarrollo de los desfibriladores externos semiautomáticos (DEA), que simplifican el proceso de interpretación del ECG permitiendo la aplicación de la desfibrilación por profesionales no sanitarios. En los PAD, rescatadores no habituales de los SEM son entrenados para llevar a cabo maniobras de SVB y desfibrilación precoz. Esta estrategia creada para acortar el tiempo hasta recibir la primera desfibrilación ha sido avalada por diversos estudios (Capucci et al.2002; Hallstrom et al.2004). Sin embargo, existe una gran heterogeneidad en los lugares elegidos para la colocación de los DEA, la formación y el entrenamiento de los primeros intervinientes, el cuidado y monitorización de perfecto estado del DEA, etc. Esto puede explicar que otros estudios no hayan podido encontrar el beneficio teórico esperable, en términos de supervivencia, por la aplicación de estos programas (Culley et al.2004; Bardy et al. 2008).

En cuanto a la ubicación de los DEA, se ha reportado su utilidad en lugares de importantes aglomeraciones de personas como aeropuertos (Page et al. 2000; Caffrey et al. 2002) o lugares de alto estrés psicológico como en casinos (Valenzuela et al. 2000). El porcentaje más elevado de víctimas de PCEH no se registra en lugares públicos sino en el hogar. En un estudio se ha intentado comprobar la utilidad de instalar desfibriladores en lugares residenciales de pacientes de alto riesgo, sin encontrar un beneficio añadido al proporcionado por los servicios de emergencia (Bardy et al. 2008). Esto indica que no se trata sólo de disponer de los aparatos desfibriladores sino que es necesario diseñar un plan organizado de actuación que incluya el acceso precoz a la desfibrilación.

En un estudio se ha evaluado la utilidad de la desfibrilación por testigos sin entrenamiento previo, conocidos como “buenos samaritanos”, con buenos resultados (Caffrey et al 2002). En el estudio de (Groh et al. 2001) se equipó con un DEA a la policía de un distrito de Indiana (EEUU), en un intento de acortar los tiempos de llegada

y atención a la víctima. Se comprobó, efectivamente, una disminución en el intervalo de tiempo desde el aviso hasta la llegada al lugar y se redujo de manera importante el intervalo desde el aviso hasta el primer choque, sin embargo, no se obtuvieron beneficios en términos de supervivencia. Este hecho sugiere que la elaboración de programas de acceso público a la desfibrilación es compleja y no es suficiente el equipamiento con DEA sino que es preciso un programa de formación y reciclaje en RCP.

Un estudio (Colquhoun et al. 2008) comparó dos estrategias de abordaje en programas en desfibrilación precoz: estática, con colocación de DEA en puntos públicos estratégicos y dinámica equipando con DEA a unidades móviles con equipos de respuesta formados por “primeros respondedores”.

Hoy existen métodos para identificar puntos de especial concentración de casos de PCEH. Mediante geoposicionamiento podemos trazar un mapa que permita identificar zonas de agregación de casos y diseñar programas de actuación (Lerner, Fairbanks & Shah, 2005). La Asociación Americana del Corazón (AHA) ha establecido unas recomendaciones para la elaboración de estos programas (Link et al.2010).

1.3.6. Ubicación de la parada cardio-respiratoria

Se estima que entre un 60 y un 80% de las PCEH ocurren en el domicilio de la víctima (Engdahl & Herlitz 2005; Iwami et al. 2006). Esto supone un problema de organización en la atención a la PCR, pues lleva tiempo el acceso a la desfibrilación y los PAD no están orientados a áreas residenciales. Las PCR que ocurren en el hogar además presentan unas características epidemiológicas que difieren de las PCEH ocurridas en la vía pública.

Así, las víctimas que sufren una PCR en su hogar suelen tener mayor edad, mayor porcentaje de mujeres, mayor porcentaje de ritmos no desfibrilables, mayor comorbilidad, mayor tiempo de respuesta de los equipos de emergencia y mayor porcentaje de casos en horas nocturnas; factores todos que condicionan una menor supervivencia frente a las PCEH ocurridas en la vía pública (Folke et al. 2010; Weisfeldt et al. 2011).

Otro dato que parece influir en la supervivencia es la asistencia en el entorno rural frente al urbano. Se ha referido que los tiempos de respuesta de los SEM son significativamente más cortos en las áreas urbanas que en el medio rural. Otras características como la edad de la población en el entorno rural, el porcentaje de ritmos desfibrilables, el porcentaje de casos domiciliarios y el porcentaje de desfibrilación por testigos, varían en función de las características regionales de la población rural estudiada (Jennings et al. 2006; Moore et al. 2008).

Es, de esta manera, el tiempo de llegada de los equipos de emergencia el factor limitante cuando la PCEH sucede en el medio rural.

1.3.7. Organización y tiempos de actuación del sistema de emergencias

Los SEM han variado significativamente desde sus inicios. Actualmente van mucho más allá del simple transporte hasta el hospital. La actuación está centralizada en centros coordinadores entrenados y capaces de gestionar los recursos necesarios para atender situaciones de emergencia.

En España, la implantación progresiva de los servicios autonómicos de emergencias, durante la pasada década, ha hecho posible que en el tratamiento de la PCEH se logren en nuestro país unos resultados equiparables a los de los países desarrollados, evitándose un 10% de muertes prematuras. La introducción de los SEM ha representado en España una mejora indiscutible en la atención sanitaria aumentando el nivel de satisfacción y seguridad de los usuarios y que ha permitido implementar de manera efectiva los primeros eslabones de la cadena de supervivencia.

El desarrollo de los SEM ha permitido la atención emergente *in situ* a toda la población del territorio, en unos intervalos de tiempo cuantificados y sometidos a evaluación, con centros coordinadores reguladores de la demanda, con planes de calidad del sistema y tecnologías de información entre sus puntos fuertes. La compleja organización de este sistema tiene fortalezas y debilidades que han sido evaluadas y

puestas de manifiesto en el “Libro Blanco de Los servicios de emergencia y urgencias médicas extrahospitalarias en España” (Barroeta et al. 2011).

Dado que las posibilidades de supervivencia decaen exponencialmente en función del tiempo de inicio de maniobras de soporte vital y desfibrilación, los servicios de emergencias se han organizado para intentar llegar al lugar del suceso en el menor tiempo posible. Se ha indicado que a partir de los cuatro minutos del inicio de una PCEH la curva de supervivencia prácticamente se aplana (Valenzuela et al. 1997; Gold, Fahrenbruch & Rea 2010). Estimaron mediante regresión logística que en cada minuto tras la PCR las posibilidades de recuperar la circulación espontánea decaen un 10% de tiempo desde la puesta en marcha de los servicios de emergencias hasta la llegada de la ambulancia el tiempo medio necesario para llegar al lugar donde había sufrido la PCR fue de 7 minutos. A esto hay que sumarle el tiempo desde el colapso hasta la llamada de alerta, unos 5 minutos y el tiempo de “despacho”, esto es de recogida de datos por el centro coordinador y la activación de los servicios de emergencias, de unos dos minutos de media.

1.3.6. Miscelánea de actuaciones que pueden mejorar la supervivencia

En los últimos años, los esfuerzos en mejorar la atención a la parada cardio-respiratoria han pasado de centrarse en mejorar la supervivencia a conseguir la recuperación de la circulación espontánea con el mínimo de secuelas neurológicas. Así, se ha pasado de hablar de resucitación cardiopulmonar a hablar de “resucitación cardiocerebral” como objetivo de las medidas de soporte vital. En este sentido han aparecido métodos que difieren del estándar de resucitación establecido en las guías internacionales de atención a la PCR. La llamada “resucitación cardiocerebral” ha sido probada en Tucson, Arizona con buenos resultados de supervivencia y de estado neurológico (Kern et al. 2005) Pero estudios a gran escala y ensayos clínicos aleatorizados son necesarios para establecer la mejor forma de llevar a cabo la resucitación.

Han surgido numerosos dispositivos que intentan mejorar los resultados en resucitación cardiopulmonar. Dispositivos de compresión-descompresión activa

(Lafuente & Melero-Bascones 2004), sistemas de compresión torácica neumática intermitente (dispositivo LUCAS®) (Steen et al. 2005) y AutoPulse® (Duchateau et al. 2010), dispositivos de umbral de impedancia (Duchateau et al. 2010), sistemas de retroalimentación (Beckers et al. 2007) de eficacia de compresiones torácicas han sido propuestos para mejorar los resultados en RCP. Globalmente en mayor o menor medida han demostrado mejoría parcial como mejor flujo coronario o cerebral, mejoría de la calidad de las compresiones, pero no han demostrado hasta el momento mejoría de la supervivencia o ésta es controvertida.

1.4. ACTUACIÓN (AHA, ERC)

La cadena de supervivencia resume las estrategias a realizar en la asistencia a una PCR. Está formada por 5 eslabones secuenciales interrelacionados entre sí, según las últimas recomendaciones de la AHA y ECR (2015):



1. Identificación de la PCR y aviso al sistema de emergencias
2. Reanimación cardiopulmonar (RCP) básica precoz
3. Desfibrilación precoz
4. RCP avanzada eficaz y precoz
5. Cuidados hospitalarios postparada

Figura 1. Los 5 eslabones de la reanimación cardiopulmonar.

La desfibrilación precoz es el eslabón de mayor importancia de la cadena, se podría decir que es la “llave para la supervivencia”. Los mejores resultados en el tratamiento de la fibrilación ventricular, presente en el 85% de las paradas, se logran cuando se desfibrila en los primeros 90 segundos, o al menos antes de 5 minutos.

La supervivencia se reduce del 2-4% por cada minuto de retraso en la desfibrilación si se ha iniciado la reanimación básica por los testigos y del 5-10% si no se ha iniciado.



Figura 2. Registro de una fibrilación ventricular.

La desfibrilación precoz es posible gracias a los desfibriladores semiautomáticos (DESA) que son unos dispositivos informatizados, sofisticados, seguros, fiables, relativamente baratos y sencillos, que contienen un microprocesador que analiza el ritmo cardiaco. Disponen de un sistema que cuando detecta un ritmo desfibrilable puede cargar la energía necesaria para administrar un choque eléctrico.

El objetivo de este choque es intentar interrumpir la actividad eléctrica caótica producida por la fibrilación ventricular y conseguir un ritmo cardiaco normal.

La tecnología de los desfibriladores ha avanzado rápidamente haciendo posible la incorporación del DESA a las técnicas de reanimación básica y su uso tanto por personal sanitario como por personal no sanitario mínimamente entrenado, ya que usan mensajes de voz y visuales para guiar al reanimador.

Por este motivo, deberíamos poder acceder a un DESA en todos los lugares donde potencialmente pueda producirse una PCR y entrenar a la población general para que pueda realizar las técnicas de reanimación básica y desfibrilación precoz.

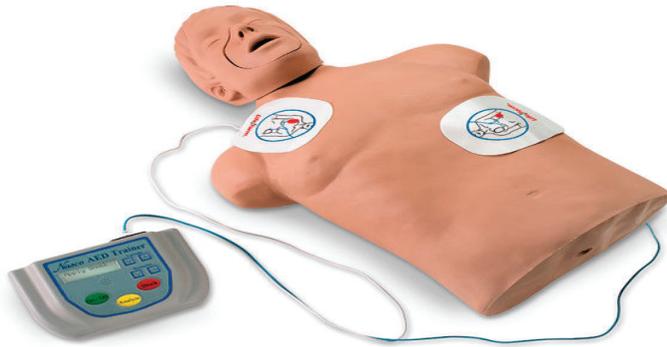


Figura 3. DESA (desfibrilador semiautomático)

La actividad eléctrica sin pulso (AESP), también conocida como disociación electromecánica es un tipo de parada cardiorrespiratoria en donde hay una «actividad eléctrica cardíaca organizada», pero no un «pulso arterial palpable». En condiciones normales, tras la excitación eléctrica de las células cardíacas se produce la contracción mecánica del corazón.

En esta condición, el paciente puede presentar una repentina pérdida de la conciencia, un ritmo sinusal normal, pero sin pulso palpable o ruidos cardíacos audibles. En el AESP, hay actividad eléctrica, pero el corazón no se contrae o no hay un gasto cardíaco suficiente para generar pulso. La reanimación cardiopulmonar (RCP) es el primer tratamiento del AESP, mientras las causas subyacentes son identificadas y tratadas. Diversos medicamentos pueden ser administrados (Insvacare 2016).

MANEJO DEL PACIENTE EN PARADA CARDIORRESPIRATORIA

ACTUACIÓN :

1 Monitorizar con palas.

Disociación Electro Mecánica
o Actividad Eléctrica Sin Pulso

The image is a composite graphic with a dark blue background. At the top left is a red anatomical illustration of a human heart. At the top right is a small photograph of a modern building. In the center right is a photograph of a medical professional in a white coat using a stethoscope on a patient lying in a hospital bed. Below this is a white ECG strip showing a regular rhythm with distinct P waves, QRS complexes, and T waves. In the bottom left corner of the ECG strip area is a small white cross with a blue border, a common medical symbol.

Figura 4. AESP(actividad eléctrica sin pulso).

Es importante la formación en RCP. Es fundamental enseñar las maniobras de reanimación básica a toda la población, ya que como hemos dicho la mayoría de las paradas se producen fuera del hospital, principalmente en el hogar, y la actuación de los testigos es primordial para aumentar la supervivencia. Las paradas que suceden en la calle tienen más probabilidad de supervivencia porque siempre hay un testigo que pasa en ese momento que es personal sanitario, policías, bomberos, etc...

Todos tenemos que estar preparados para actuar adecuadamente ante una situación de emergencia, la cual puede suceder en cualquier momento y en cualquier lugar, y por tanto, con una formación básica toda la población puede salvar una vida. (Ballesteros-Peña, 2013).

La PCR es responsable de más del 60% de las muertes por enfermedad coronaria en adultos. Tras el cese de la circulación y respiración espontáneas, se inicia una cuenta atrás que conducirá a la muerte en apenas 8-10 minutos. Sin embargo, una

actuación a tiempo puede revertir el proceso y lograr salvar una vida. Bajo esa premisa los Sistemas de Emergencias Médicas han desarrollado estrategias dirigidas a la provisión de medidas de soporte vital. Pero a día de hoy, en España, aún se desconocen algunas aspectos importantes sobre el rendimiento de los mismos en las PCR extrahospitalarias, como su incidencia real o la tasa de resultados exitosos tras la aplicación de las técnicas de reanimación.

La literatura publicada a nivel nacional sobre la PCR extrahospitalaria es escasa, y los datos proporcionados muestran una gran variabilidad de resultados entre comunidades. No obstante, la gran mayoría de los trabajos emiten conclusiones orientados en la misma línea: la supervivencia tras una PCR continúa siendo escasa y, a pesar de la evolución de los sistemas de emergencias médicas, los conocimientos sobre RCP básica y acceso a desfibriladores por parte de la comunidad son aún inferiores a lo deseable (Ballesteros-Peña 2013).

Los resultados obtenidos en el País Vasco muestran un reflejo del panorama existente en otras comunidades, y ponen de manifiesto que la asistencia a la PCR extrahospitalaria continúa siendo una asignatura pendiente en nuestro país.

A pesar de que la respuesta de los recursos sanitarios integrados en el sistema de emergencias médicas ha alcanzado criterios de eficiencia difícilmente superables (intervalos de respuesta satisfactorios, provisión de desfibriladores externos semiautomáticos en todas las unidades...), es posible atisbar una no equiparable evolución de las estrategias poblacionales en la lucha contra la PCR: a pesar de que más del 75% de las PCR fueron presenciadas, tan sólo en la cuarta parte se inició algún intento de reanimación previo a la llegada del primer recurso asistencial. De hecho, recientes encuestas nacionales han apuntado que apenas entre un 10 y un 30% de la población sabría identificar una parada cardíaca y actuar ante ella (Ballesteros-Peña, 2013).

La identificación de la PCR e inicio precoz de la RCP por parte de testigos o intervinientes circunstanciales constituyen los objetivos esenciales en los dos primeros eslabones de la cadena de la supervivencia, ya que la RCP alcanza su máxima eficacia

cuando se inicia inmediatamente tras la pérdida de consciencia de la víctima, sin esperar a la llegada de los equipos sanitarios.

Así pues, una vez desarrollados los programas de RCP y desfibrilación temprana en los recursos sanitarios no médicos, como las ambulancias de soporte vital básico, es imperativo impulsarlos también en la comunidad, instruyendo a la población general (tal vez desde las mismas escuelas o institutos) y muy especialmente a los miembros de los servicios de emergencias (no sanitarias) y de seguridad ciudadana.

La AHA y ERC (2015) apuntan a que actualmente se puede mejorar el resultado después de un paro cardíaco. Los resultados indican que en los pacientes con paro cardíaco fuera del hospital, las tasas de retorno de la circulación espontánea, la reanimación exitosa, ingreso en el hospital, y el alta hospitalaria y las medidas de resultado neurológico, son debidas a una pronta reanimación (30/2 compresiones torácicas, dos ventilaciones) entre los primeros 4 minutos.

Es importante que el ciudadano esté capacitado para realizar los primeros auxilios y atención inmediata ante una parada cardiorrespiratoria para salvar la vida de la persona afectada o minimizar las secuelas derivadas hasta la llegada de los equipos de emergencia.

En la ciudad de Alicante se ha hecho varios proyectos de enseñar a la población. Así, se montaron en distintos puntos de la ciudad una serie de simulacros en los que se presentaron dos escenas: Una en la que la persona que ha sufrido una parada cardiorrespiratoria es atendida por otra persona con conocimientos sobre reanimación, mientras llegan los servicios de emergencias del 112; y otra en la que el enfermo deberá esperar a ser atendido por el SAMU(servicio de atención médica urgente). Apuntando la asociación "Elche actúa" que "Así una vez que la población vea sobre el terreno los efectos de la inactividad, seguro que serán muchos ilicitanos los que se interesarán por aprender estas nociones básicas con las que pueden llegar a salvar vidas".

La RCP debe comenzar como mucho a los cuatro minutos después de haber sufrido una parada, de forma que ya se hayan iniciado estos primeros auxilios de forma previa a la llegada de los profesionales, con lo que se puede llegar a minimizar de forma

importante las secuelas de la parada, llegando hasta incluso a salvar la vida de la persona afectada por este episodio.

Con ese proyecto se pretendió generar un colectivo de personas capacitadas y con conocimientos para realizar eficazmente las acciones necesarias ante una situación de emergencias. De esta manera se intentará llegar a todos los colectivos de la ciudad y muy especialmente a los colegios, para que los estudiantes sean conscientes desde niños de la importancia de actuar de forma rápida ante una PCR (Ballesteros-Peña, 2013).



2. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades más frecuentes como causa de muerte en el año 2013 fueron las *enfermedades circulatorias* y las *isquémicas del corazón* (infarto, angina de pecho, parada cardíaca) ocuparon el primer lugar en número de defunciones, aunque con un descenso del 3,9% respecto al año anterior. Le siguieron las *enfermedades cerebrovasculares*, que descendieron un 5,7%.

Por sexo, las *isquémicas del corazón* fueron la primera causa de muerte en los hombres y las *enfermedades cerebrovasculares* en las mujeres.

Las *enfermedades del sistema circulatorio* fueron la principal causa de muerte en todas las comunidades autónomas excepto en Canarias, Cantabria, Cataluña, Comunidad de Madrid, Comunidad Foral de Navarra y País Vasco, en las que fueron los *tumores* (INE, 2013).

La PCR-EH es considerada como un importante problema de salud pública. Sin embargo, en España, se carecen de datos oficiales fidedignos sobre la incidencia de esta patología a nivel extrahospitalario. E incluso los datos publicados sobre la supervivencia resultan limitados e imprecisos (Alvarez et al. 2001).

Las probabilidades de sobrevivir tras una PCREH son variables y dependientes de múltiples factores.

La desfibrilación es actualmente considerada como la intervención que, independientemente de otras variables, más influye en el pronóstico de la PCR por fibrilación ventricular/taquicardia ventricular sin pulso (FV/TVSP) y constituye una de las pocas intervenciones que ha demostrado mejorar los resultados de supervivencia (Heart 2000; Moreno et al. 2009). La legislación e implementación de los primeros planes de desfibrilación externa semiautomática (DESA) en unidades de emergencias atendidas por personal no médico supuso, hace ya 12 años, un gran avance en el tratamiento de la PCR provocada por FV, principal responsable de la muerte súbita de etiología cardíaca.

Los objetivos del presente trabajo se centran en revisar los estudios españoles publicados sobre la atención a las PCR-EH por parte de los servicios de emergencias médicas (SEM), y comparar los resultados obtenidos en cuanto al retorno de la circulación espontánea tras RCP. De manera adicional se estimará la prevalencia de arritmias sugestivas de desfibrilación al inicio de las maniobras de soporte vital y de los intentos de reanimación llevadas a cabo por testigos circunstanciales antes de la llegada del primer recurso asistencial.

En 1989, la Comisión Europea aprobó una directiva para la puesta en marcha, antes del 31 de diciembre de 1996 se implantó en la Comunidad Valenciana, de un número telefónico europeo para todo tipo de emergencias, el 112, de tres cifras, gratuito. A este sistema pueden acceder todos los ciudadanos o visitantes que requieran, en caso de urgente necesidad, la asistencia de los dispositivos públicos competentes en materia de atención de urgencias sanitarias, seguridad ciudadana, extinción de incendios, salvamento y rescate. El fin es garantizar una respuesta rápida y eficaz a todas las llamadas de emergencia que se producen en la comunidad.

Del teléfono de emergencias 112

Artículo 49. El teléfono de emergencias 112

1. El teléfono de emergencias 112 es el instrumento básico que la Generalitat pone a disposición de los ciudadanos para acceder a los servicios de

urgencia y emergencia.

2. La atención del teléfono de emergencias se realizará, además de en las dos lenguas oficiales de la Comunidad Valenciana, en las principales lenguas de la Unión Europea, en cumplimiento de la Decisión del Consejo de las Comunidades Europeas de 29 de julio de 1991.

3. La gestión del teléfono de emergencias 112 en el ámbito territorial de la Comunidad Valenciana se asigna a la conselleria competente en materia de protección civil y gestión de emergencias.

Artículo 50. Gestión integrada

El teléfono de emergencias 112 dispondrá de un sistema de gestión que integre los procesos informáticos y de telecomunicaciones, y permita la interrelación y distribución de información entre los servicios de intervención con el objetivo de coordinar sus actuaciones y optimizar la atención al ciudadano. La Generalitat impulsará y facilitará la integración en el sistema de gestión común de todos los servicios de intervención, tanto públicos como privados, que operen en el campo de la seguridad y emergencia. *LEY 9/2002, de 12 de diciembre, de Protección Civil y Gestión de Emergencias de la Generalitat Valenciana.* [2002/13833].

Las principales instituciones europeas informan de la enfermedad cardiovascular (ECV) como la primera causa de muerte en adultos, de paro cardíaco y muerte súbita y de la isquemia de las arterias coronarias como la causa única primaria. La incidencia global de las enfermedades cardiovasculares es decreciente en la mayoría de los países europeos, debido a la prevención, el estilo de vida y el tratamiento. La mortalidad de eventos coronarios agudos dentro del hospital es más bajo que fuera del hospital (Gräsner & Bossaert, 2013).

El paro cardíaco es probablemente la tercera causa más común de muerte en los países desarrollados, después de todos los cánceres combinados y otra causas. El 60-80% de los casos, ocurren en el domicilio. El inicio de la reanimación por un espectador lego se asocia con una supervivencia neurológica mayor de dos a cuatro veces. En los países donde la educación de niños en edad escolar en RCP es obligatoria, la supervivencia tras un paro cardíaco extrahospitalario puede ser multiplicado por 2, por

ello se desarrolló "*Kids Save Lives*" declaración para la formación de la escuela los niños de todo el mundo en la RCP (Böttiger & Van Aken, 2015).

La situación clínica con la que más se enfrenta el sistema de emergencias es la alteración de la conciencia y entre ellas, a la llegada del servicio, la PCR-EH, que como se ha apuntado previamente, es el cese de la circulación y respiración de una persona de forma brusca, inesperada y potencialmente reversible. Si no se revierte desemboca inevitablemente en la muerte.

La mayoría de las PCR se producen fuera del ámbito hospitalario, suponiendo un problema primordial para la salud pública.

Es la primera causa de mortalidad en España, se producen más de 24.000 paradas anuales (aproximadamente una cada 20 minutos), superando ampliamente a la causada por los accidentes de tráfico (Insvacare, 2016).

El 60% de las paradas extrahospitalarias son presenciadas por algún testigo y la mayor parte se producen en el hogar. Por este motivo es fundamental formar a toda la población en técnicas de reanimación básica.

Hasta el 85% de las paradas extrahospitalarias son debidas a Fibrilación Ventricular (FV), un trastorno del ritmo del corazón cuyo único tratamiento efectivo y que ha demostrado aumentar la supervivencia es la desfibrilación precoz.

La muerte súbita, que por desgracia está tan de moda últimamente en el mundo del deporte, es la que tiene lugar de forma brusca e imprevisible, y se debe fundamentalmente a causas cardíacas.

En España, la muerte súbita cardíaca constituye un importante problema de salud pública, a pesar de que su incidencia es de las más bajas de los países industrializados. Se calcula que el 12% de las defunciones que se producen de forma natural son súbitas y, de éstas, el 88% son de origen cardíaco, concretamente por enfermedad coronaria.

El desarrollo de programas comunitarios basados en la rápida respuesta de un servicio de emergencias o los programas de educación en reanimación cardiopulmonar a la población general han demostrado su gran eficacia, debido a que la mayor parte de las muertes súbitas cardíacas son extrahospitalarias (Ballesteros-Peña, 2013).

Por todo lo apuntado anteriormente, parece importante valorar en este momento, cuál es la situación en nuestra Comunidad, en relación a varios puntos: incidencia, causas y factores asociados a la muerte por parada, lo cual puede contribuir a un mayor conocimiento y sobre todo a poder enfocar mejor la prevención.



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Valorar la prevalencia y causas asociada a la mortalidad por exitus en la PCR-EH. asistida por el SAMU en la provincia de Alicante.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular la prevalencia de la parada PCR-EH en la provincia de Alicante.
- Calcular la prevalencia de la PCR asistida por el SAMU mediante reanimación.
- Estudiar los posibles factores asociados a la muerte por PCR.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. POBLACIÓN

4.1.1. AMBITO DEL ESTUDIO.

PCR asistidas por el SAMU de la provincia de Alicante en donde se practica reanimación asistida.

La Agencia Valenciana de Salud de la Conselleria de Sanidad de la Generalitat Valenciana ha desarrollado un modelo de Asistencia Sanitaria Urgente Extrahospitalaria basado en Centros de Información y Coordinación de Urgencias (CICU) de ámbito provincial y los recursos móviles de atención: los SAMU y las unidades de Soporte Vital básico (SVB).

El ámbito específico de actuación es la atención de las urgencias y emergencias sanitarias, individuales y colectivas, que tienen lugar en el domicilio del paciente y en la vía pública, gestionado y coordinado por los 3 centros de Información y Coordinación de urgencias (CICU) provinciales. A su vez, los CICU proporcionan información sanitaria, coordinación y gestión de servicios sanitarios, apoyo a procesos asistenciales intersectoriales, colaboración en dispositivos preventivos, etc.

4.1.2. RECURSOS HUMANOS.

El Sistema de Emergencias Sanitarias de la Comunidad Valenciana es el conjunto de unidades y servicios de carácter público de la Agencia Valenciana de Salud, encargados de la planificación, gestión, coordinación y evaluación de la atención de las urgencias y emergencias extrahospitalarias en todo el ámbito de la Comunidad Valenciana. Se estructura en un servicio central: el Servicio de Asistencia Sanitaria Urgente y Emergencias y tres servicios provinciales: los Servicios de Emergencias Sanitarias (SES) de Castellón, Valencia y Alicante, todos dependientes jerárquicamente de la Dirección General de Asistencia Sanitaria de la Agencia Valenciana de Salud.

En lo relativo a la configuración del modelo de emergencias, el acceso de la población a los Servicios de Emergencias Sanitarias se establece telefónicamente llamando directamente a los Centros de Información y Coordinación de Urgencias (CICU) a los teléfonos de 9 cifras habilitados específicamente en cada provincia, o indirectamente al 112 son transferidas al CICU correspondiente.

Cada Centro de Información y Coordinación de Urgencias (CICU) gestiona y coordina la atención sanitaria urgente provincial y se coordina a través de aplicaciones y/o procedimientos con los diferentes niveles asistenciales y con centros y servicios no sanitarios de urgencias y emergencias (112, Policías, Bomberos, Protección civil, etc.). Los Recursos Humanos (RRHH) que integran cada CICU son: teleoperadores, médicos-coordinadores y locutores.

El teleoperador atiende la llamada y clasifica la demanda con la ayuda de la aplicación informática destinada a tal fin. La demanda que no es clasificada por el sistema requiere la intervención del médico-coordinador.

El locutor realiza la movilización y seguimiento de los recursos asistenciales: Servicio de Ayuda Médica Urgente (SAMU) y Soporte Vital Básico (SVB), transporte no asistido, etc., hasta la finalización de cada servicio.

Las bases asistenciales de las unidades de soporte vital básico (SVB) y soporte vital avanzado (SAMU) están distribuidas en el territorio de la Comunidad Valenciana para poder proporcionar la respuesta más rápida y eficaz a la población y su gestión es exclusiva del CICU provincial. Para facilitar y mejorar la coordinación y continuidad asistencial esta en desarrollo la Historia de Salud Electrónica (HSE) que pretende unificar criterios y herramientas, de modo que todos los agentes implicados en la atención de un paciente, incluidos los Servicios de Emergencias, puedan acceder a la información administrativo-asistencial y realizar la transferencia de los datos propios de cada nivel asistencial a la Historia de Salud electrónica.

El SAMU es un servicio móvil extrahospitalario especializado en la atención a las urgencias vitales o emergencias y catástrofes, las 24 horas del día, que atiende al paciente o accidentado *in situ*. Además es el encargado, tras la estabilización del paciente, de realizar el transporte asistido primario y secundario en las unidades medicalizadas terrestres y aéreas o en otros dispositivos destinados al efecto.

El equipo SAMU está formado por:

- 1 médico con experiencia en el traslado de enfermos críticos,
- 1 enfermero con similar experiencia
- 1 conductor-camillero.

El equipo actúa siempre a instancias y bajo la coordinación del CICU provincial y en coordinación también con el resto de estructuras sanitarias y no sanitarias implicadas en la asistencia a las urgencias y emergencias.

Las unidades de SVB prestan soporte vital básico a aquellos enfermos o heridos que lo necesitan y a los que son remitidos por el CICU de la provincia correspondiente. Su gestión es exclusiva del CICU.

El equipo del SVB se compone de:

- 1 conductor-camillero
- 1 camillero, con la formación en Soporte vital básico.

Estas unidades, en caso de necesidad, pueden medicalizarse al incorporarse a las ambulancias personal sanitario. Pueden realizar funciones de apoyo al transporte asistido, tanto primario como secundario, o realizar funciones de transporte urgente no asistido que requieran acompañamiento.

La Comunidad Valenciana dispone de un total de **483 recursos de transporte sanitario** (64 en Castellón, 230 en Valencia y **189 en Alicante**). En concreto, 45 unidades SAMU, 103 unidades de SVB, 329 unidades de Transporte No Asistido (TNA), tres unidades logísticas de Atención a Múltiples Víctimas y tres helicópteros.

En la provincia de Alicante hay 17 unidades situadas estratégicamente para poder dar servicio a todo el territorio. En Alicante capital y su área más próxima de influencia funcionan cuatro ambulancias del SAMU con base en el Hospital General de Alicante, en los hospitales de San Vicente, San Juan, Denia, Elche, Elda, Torrevieja, Orihuela. Su dotación es de un médico, una enfermera y un técnico en emergencias sanitarias que hacen turnos de 24 horas, descansando cuatro días a continuación. En cuanto al equipo material de una ambulancia del SAMU se diferencia de otras por estar dotada de medicación variada, acorde a una patología esperada, y un mayor instrumental médico consistente, básicamente, en un desfibrilador, un ecógrafo, y diferentes mochilas con aparataje circulatorio, pediátrico o respiratorio. El número de servicios diarios es de una media de 7.

4.1.3. PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN.

Se dispone también de protocolos de actuación conjunta con atención primaria y atención especializada para determinados procesos asistenciales como:

- Transporte secundario de pacientes críticos: adultos y neonatos.
- Código Ictus.
- Alerta hemodinámica.
- Fibrinólisis extrahospitalaria.
- Planes de emergencia de los hospitales.
- Ventilación no invasiva prehospitalaria.
- Accidentes disbaricos.

- Protocolo de donante en asistolia.
- Protocolo de explantes.
- Protocolo de traslado interhospitalario de pacientes con ECMO.

El CICU es el responsable de la gestión y coordinación permanente, las 24 horas del día, de los recursos asistenciales de urgencias y emergencias de la Conselleria de Sanitat en el ámbito territorial de la provincia o en aquel ámbito que se determine en función de las necesidades del servicio, en coordinación con los otros CICU provinciales y con los centros de gestión y coordinación de recursos de emergencias no sanitarios (policías, bomberos, protección civil, etc.). Además tienen encomendada la gestión y coordinación de todos los recursos sanitarios propios, concertados y privados en situación de emergencia y catástrofe. Hay un CICU en cada provincia. La estructura física de estos centros de coordinación se compone de: sala de coordinación, sala de crisis, sala de descanso y sala de ampliación coyuntural, esta última puede utilizarse indistintamente para aumentar, en un momento dado, el número de puestos de la sala de coordinación, para acciones formativas, prácticas de personal, etc. En la actualidad, en los 3 CICU de Valencia, Castellón y Alicante prestan servicio 30 médicos-coordinadores, 31 locutores y 29 teleoperadores (el número de estos últimos varía en función de las necesidades del servicio concertado), que trabajan en turnos de 8 horas. El número telefónico directo para llamar al CICU es el gratuito 900 161 161 y también se puede contactar con este servicio a través del número 112.

El protocolo de actuación es el siguiente: los telefonistas del CICU, ubicado en las instalaciones del hospital de Alicante, reciben las llamadas que demandan ayuda urgente. Se realiza entonces un rápido interrogatorio telefónico que, aunque no se puede considerar diagnóstico, sí trata de establecer una hipótesis que permita dar la respuesta más adecuada. El médico coordinador del CICU es quien valora la solicitud y decide qué recurso movilizar. Si se tiene la sospecha de un caso grave que necesita una intervención inmediata, se avisa al SAMU más cercano para que se desplace al lugar donde se encuentre la persona que necesita ayuda.

4.2. DISEÑO DEL ESTUDIO Y PARTICIPANTES

Se elaboró un estudio observacional transversal retrospectivo sobre los pacientes asistidos por parada cardíaca en la provincia de Alicante desde el día 1 de enero al 31 de diciembre del año 2013, en los que se realizó reanimación asistida.

Cuando un paciente presenta una parada cardíaca, los equipos del SAMU tienen la obligación de registrar todos los datos clínicos referidos a dicha parada de forma informatizada, preguntando al propio paciente (si sale de la parada) o a los familiares presentes en el momento de la parada, es decir, todos los datos son obtenidos de forma primaria sin recurrir al historial clínico del propio paciente. Dicha información fue analizada en este estudio.

Se incluyeron todos los pacientes que sufrieron una PCR en 2013 y fueron atendidos por el SAMU y de los cuales se obtuvieron todas las variables analizadas, excluyendo aquellos pacientes de los cuales no se tenía dicha información.

4.3. VARIABLES Y MEDIDAS

La variable principal se consideró el fallecimiento causado por la parada cardíaca.

Como variables secundarias (aquéllas que podrían explicar la mortalidad) se analizaron:

- sexo,
- edad (años),
- aplicación de respiración asistida [intubación orotraqueal (IOT) o ambú],
- el estado funcional previo clasificado del siguiente modo y ordenado de modo gradual, tipo escala, con el fin de poder utilizarse como variable cuantitativa: 0→ muerte cerebral, comatoso o estado vegetativo persistente; 1→ consciente con déficit severo y totalmente dependiente; 2→ consciente y alerta con déficit moderado neurológico; 3→ consciente, alerta y orientado con funciones superiores normales),
- asistolia y

- lugar de la parada (domicilio u otros).

Todas las variables fueron obtenidas de forma primaria en el momento de la parada, tal como se ha explicado en el apartado anterior "*Diseño del estudio y participantes*".

4.4. CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL

Dado que la muestra, por razones obvias, fue recogida sin cálculo de tamaño muestral previo, se realiza el cálculo del tamaño de la muestra *a posteriori*, es decir, determinando si la muestra empleada es adecuada para los objetivos planteados.

Un total de 630 pacientes fueron asistidos por el SAMU, de los cuales fallecieron 526. Se trata de determinar si el área bajo la curva ROC (ABC) de un modelo multivariante de regresión logística binaria en donde se analizan factores asociados a la mortalidad, es diferente de 0,5. Para ello asumimos un ABC esperada de 0,7 y un error tipo I del 5%. Con estos datos se obtuvo una potencia del contraste de 99,99%, es decir, un error tipo II muy pequeño (Clark et al.2005).

4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se describieron las variables empleando frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas, mientras que para las cuantitativas se utilizaron medias y desviaciones estándar. Se construyó un modelo de regresión logística binaria para predecir nuestro *outcome (exitus)*, utilizando todas las variables secundarias como variables independientes, es decir, tratando de explicar el *exitus* con el resto de variables recogidas en nuestro estudio. La bondad de ajuste del modelo se realizó mediante el *likelihood ratio test*. Finalmente, para ayudar a interpretar los resultados obtenidos, se realizaron gráficos cartesianos con las probabilidades de *exitus* pronosticadas por el modelo construido. Todos los análisis se realizaron con un error tipo I del 5% y de cada parámetro relevante se calculó su intervalo de confianza asociado (IC). Todos los cálculos se realizaron con IBM SPSS Statistics 19.

4.6. CUESTIONES ÉTICAS

El presente trabajo se ajusta a los principios éticos de la Declaración de Helsinki y ha sido aprobado por la Dirección del Servicio de Emergencias de Alicante (Consellería de Sanidad Universal y Salud Pública) en el año 2013, el cual permitió el análisis de la información de forma encriptada y completamente anónima.



5. RESULTADOS

Se han analizado un total de 630 pacientes, de los cuales fallecieron a causa de la parada 526 (85,8%, IC 95%: 83,0-88,6%). De este total, 208 no recibieron reanimación (34 por enfermedad terminal y 174 debido a un tiempo excesivo entre la parada y la llegada del SAMU, sin previa reanimación básica).

Si eliminamos a aquellos pacientes a los que no se les realizó reanimación asistida (por enfermedad terminal o tiempo excesivo(tiempo superior a 10 minutos), desde la parada a la llegada del SAMU, disponemos de un total de 422 paradas, de las cuales hubo 337 fallecimientos (79,9%, IC 95%: 76,0-83,7%).

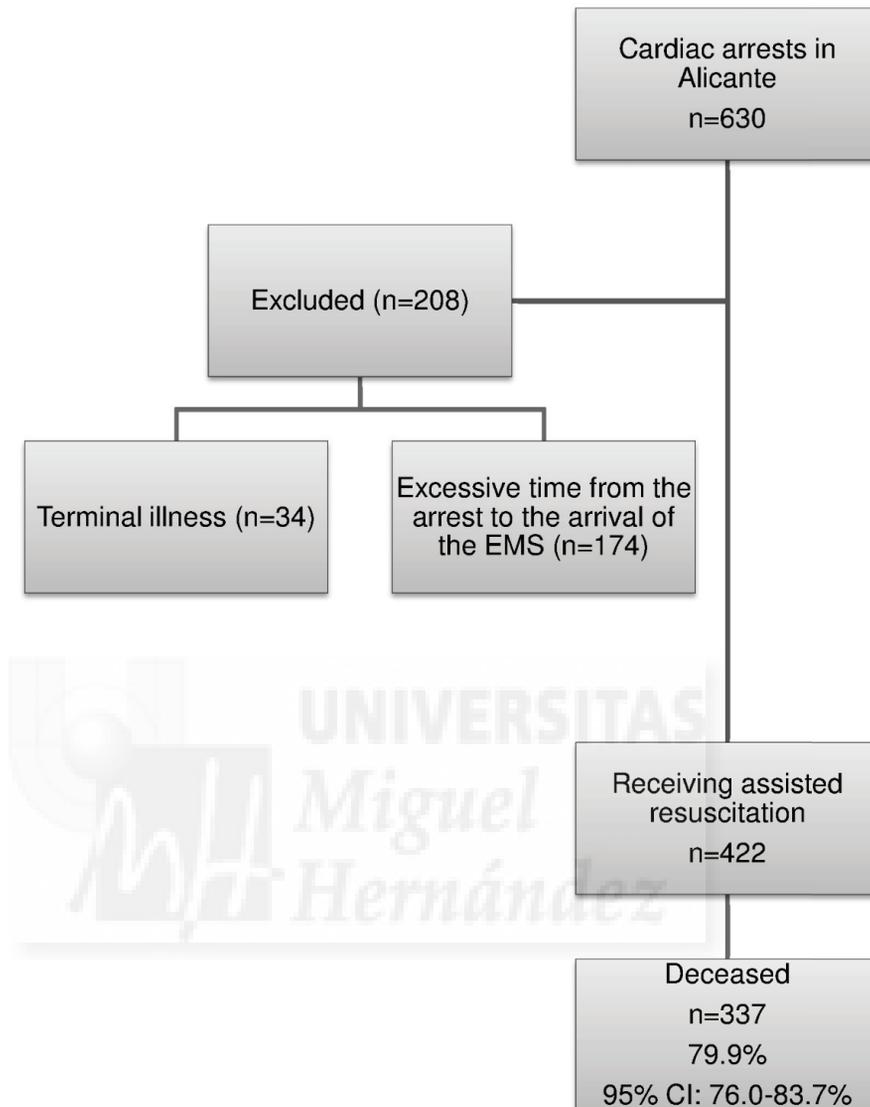


Figura 5. Diagrama de flujo de la recogida de pacientes para el estudio de los factores de riesgo de muerte en los pacientes asistidos por el SAMU.

En lo que refiere al análisis descriptivo de la muestra analizada (Tabla 1), se observa un predominio del sexo masculino (70,9%), una edad avanzada (media de 65,0 años), el 77,7% recibieron IOT, el estado funcional previo tuvo una media de 2,8 (muy cerca del estadio 3: consciente, alerta y orientado con funciones superiores normales), el 69,4% presentó asistolia y el lugar predominante de la parada fue el domicilio (55,5%). La media de tiempo desde la parada cardíaca hasta la llegada del Servicio de Emergencia fue de 14,1 min.

Los factores estadísticamente significativos ($p < 0,05$) asociados al *exitus* en la parada asistida fueron (Tabla 1): ser hombre, presentar asistolia y que la parada tuviera lugar en el domicilio del paciente. Por otra parte, quedó cerca de la significancia estadística ($p = 0,088$) tener un estado funcional más deteriorado.



Tabla 1. Análisis de la mortalidad en las paradas cardiacas asistidas por el Servicio de Emergencias Sanitarias en la provincia de Alicante durante el año 2013.

Variable	Total n=422 n(%) / x±s	Exitus n=337(79.9) n(%) / x±s	OR ajustada (95% CI)	p- valor
Género: Hombre	299(70.9)	245(81.9)	2.11(1.20-3.72)	.010
Mujer	123(29.1)	92(74.8)	1	
Edad (años)	65.0±16.3	64.8±15.8	1.00(0.98-1.01)	.752
Intubation endotraqueal: Sí	328(77.7)	253(77.1)	0.62(0.28-1.34)	.222
No	94(22.3)	84(89.4)	1	
Estado funcional (previo)	2.8±0.6	2.7±0.7	0.56(0.31-1.02)	.059
Asistolia: Sí	293(69.4)	248(84.6)	1.99(1.17-3.39)	.012
No	129(30.6)	89(69.0)	1	
Lugar de la parada cardiaca:				.001
Hogar	234(55.5)	201(85.9)	2.44(1.42-4.18)	
Otros	188(44.5)	136(72.3)	1	
Resucitación cardiopulmonar:				.340
Sí	263(62.3)	214(81.4)	1.30(0.76-2.25)	
No	159(37.7)	123(77.4)	1	
Etiología cardiogénica: Sí	319(75.6)	248(77.7)	0.60(0.30-1.18)	.138
No	103(24.4)	89(86.4)	1	
Tiempo (min) ^a	14.1±9.1	14.9±9.5	1.05(1.01-1.09)	.009

Abbreviations: n(%), absolute frequency (relative frequency); x±s, mean ± standard deviation; OR, odds ratio; CI, confidence interval. Prior functional status is defined as: 0 = Brain dead, comatose or persistent vegetative state; 1 = Conscious with severe deficit. Totally dependent; 2 = Conscious and alert with moderate neurological deficit; 3 = Conscious, alert and oriented with normal higher functions. Goodness of fit of the multivariate model: $\chi^2=49.0$ p<0.001. Hosmer-Lemeshow test: p=0.054. ^a, time from the arrest until the arrival of the Emergency Medical Service.

El modelo fue estadísticamente significativo ($p < 0,001$) y arrojó un ABC de 0,74 (Figura 5).

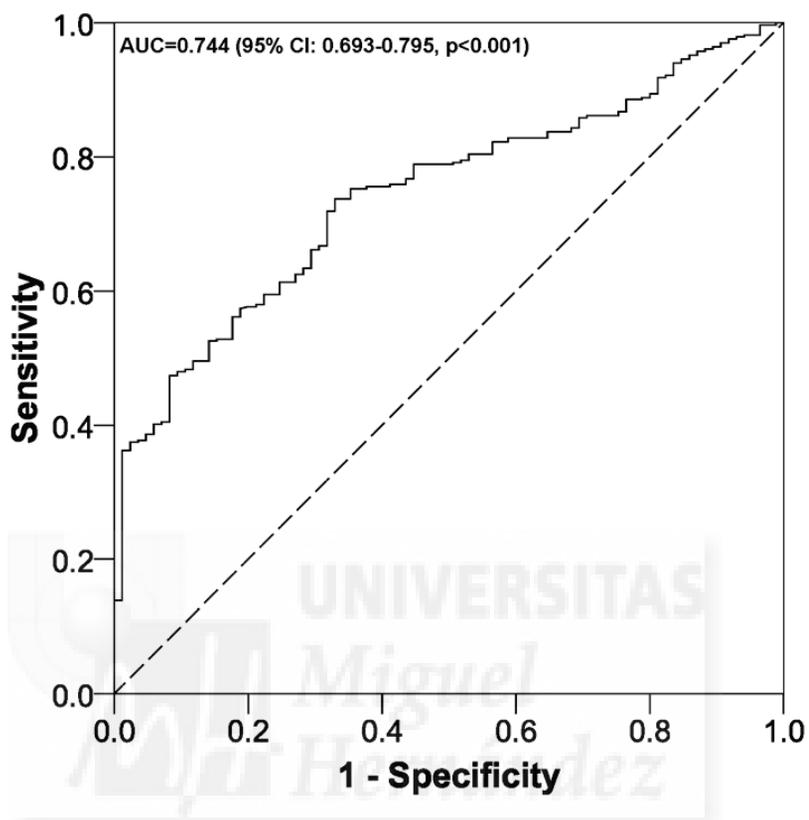


Figura 6. Representación de la Curva ROC del modelo multivariante de los factores asociados a la muerte en la parada cardiorespiratoria asistida por el Servicio de Emergencias Sanitarias.

5. DISCUSIÓN

5.1. SUMARIO

Nuestro estudio encontró que 4 de cada 5 pacientes que son reanimados por RCP fallecen. Por otra parte, se apreció mayor mortalidad en aquellos pacientes que eran de sexo varón, presentaban asistolia y tuvieron la parada en el propio domicilio. Por otra parte, quedo cerca de la significancia estadística, un peor estado funcional previo a la parada ($p=0.059>0.05$, no significativo). Finalmente, los factores analizados en conjunto explicaron de forma satisfactoria la mortalidad, pues se encontró una ABC superior al 74%.

5.2. FORTALEZAS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La fortaleza principal de este estudio es la novedad a la hora de valorar la influencia del estado funcional previo antes de la parada, la asistolia y el tipo de reanimación empleada, valorando la diferencia entre realizar IOT o ambú. Por otra parte, el tamaño muestral de nuestro trabajo, tuvo una potencia estadística cercana al 100%.

Como limitaciones, para minimizar el sesgo de selección, se seleccionaron todas las paradas cardiorrespiratorias extrahospitalarias de nuestra área en un periodo de

tiempo determinado, las cuales son siempre registradas por los equipos del SAMU. Respecto al sesgo de información, se valoraron aquellas variables que siempre son recogidas por estos mismos equipos, de forma que el error cometido sea mínimo. Además, se empleó un modelo matemático multivariante para minimizar posibles sesgos de confusión. Por último, no se valoraron otras variables que podrían influir en la mortalidad, como el tiempo desde la parada hasta la llegada de los servicios del SAMU, la calidad de la RCP practicada, etc. (Gräsner & Bossaert,2013; Nehme et al.2015).

No obstante, las variables seleccionadas explican de forma satisfactoria la mortalidad, al encontrarse un ABC del 74%.

5.3. COMPARACIÓN CON LA LITERATURA EXISTENTE

En primer lugar, la prevalencia de *exitus* encontrada en las paradas con RCP fue cerca del 80%. Si comparamos este valor con el obtenido por los otros autores en la bibliografía, observamos que nuestra prevalencia es muy similar (Ballesteros-Peña, 2013).

Respecto a los factores asociados, hemos encontrado que de forma estadísticamente significativa, el ser hombre, presentar asistolia y que la parada haya ocurrido en el domicilio del paciente se asocian a una mayor mortalidad. Respecto al sexo hay controversia e incluso parece que dicha asociación puede ser distinta según grupos de edad (Safdar et al. 2014).

El trabajo del equipo del País Vasco (Ballesteros-Peña,2013), encontró como factores la situación clínica de asistolia, una edad igual o superior a 65 años, un tiempo de reanimación igual o superior a 8 min y que la parada haya sido en el domicilio. En los factores que hemos estudiado tanto nosotros como el grupo vasco, existe concordancia en la asistolia y en el lugar de la parada.

Por otra parte, la edad en nuestro estudio no mostró diferencias en la mortalidad. Nosotros pensamos que esto podría ser debido a que hemos analizado esta

variable de forma cuantitativa y los otros autores realizaron un agrupamiento de la misma (mayor y menor de 65 años) (Ballesteros-Peña,2013; Wissenberg et al. 2015).

Por otro lado, un peor estado funcional previo se asoció a una mayor mortalidad, quedando muy cerca de la significancia estadística ($p=0,059$). Esta variable no ha sido analizada por otros autores. Esta relación fue lógica y esperada. Destacamos que sí que se ha valorado el estado funcional de aquellos pacientes que sí que son hospitalizados tras la parada, encontrándose una mayor mortalidad en un estado inconsciente y en clase funcional IV (Escorial, et al. 2001).

Finalmente, en la variable analizada que no ha sido valorada por los otros autores (tipo de respiración asistida), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,222$). No obstante, si analizamos la Tabla 1, podemos observar que la diferencia entre las tasas de mortalidad en ambas técnicas es de un 12%, es decir, probablemente si aumentáramos el tamaño muestral, dicha diferencia sí que sería estadísticamente significativa, encontrándose mayor supervivencia en la IOT, al igual que describen otros autores que lo han analizado por separado (Wissenberg, Lippert & Folke, 2013). Esto es concordante con las últimas recomendaciones de la AHA, en las que se aboga por las compresiones torácicas seguidas de ventilaciones e IOT (Neumar et al. 2015; Monsieurs et al. 2015).

Destacamos que existen multitud de estudios que valoran la mortalidad por parada cardiaca, así como sus factores asociados, una vez el paciente llega al hospital tras ser reanimado. En estos pacientes alrededor del 90% acabarán falleciendo o quedando con graves secuelas neurológicas (Curós 2001), lo que nos indica que falta mucho camino por recorrer con respecto a la supervivencia (Iqbal et al. 2015).

5.4. IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA Y LA INVESTIGACIÓN

Un fenómeno reciente en situaciones de emergencia y cuidados críticos es la presencia de familiares durante los eventos de resucitación. Sigue siendo controvertido en la mayoría de las instituciones, pero la evidencia es cada vez mayor de que la experiencia tiene efectos positivos para los miembros de la familia (Clark 2005).

Se plantea como objetivo el determinar si la educación de familiares mejora la confianza en los mismos y el futuro posible proceso de nueva crisis. En este sentido la RCP y cursos de primeros auxilios se ofrecen a la comunidad a través del Centro Comunitario de entrenamiento en RCP (Universidad de Hackensack Medical Center 2012; Safdar et al. 2014), pero no así en España. En este mismo sentido, la distribución de desfibriladores en lugares públicos, mostrada eficaz según su localización (Marijon,2015),ha sido una realidad en los últimos años en España, no así la formación del público lego en su utilización ni la posible cobertura legal de la misma (Curós, 2001).

Se plantea la realización de estudios incluyendo la distancia del lugar de la parada al punto de origen de los equipos del SAMU, ya que podría ser un factor importante a la hora de valorar la mortalidad, una vez que ha sido uniformado para todo el Estado un número telefónico gratuito de emergencia (Curós, 2001), e incluso de un teléfono de consejos a los presentes en las paradas hasta la llegada de los servicios de emergencia (Ringh et al. 2015).

Por último se indica la necesidad de seguir investigando para predecir mejor el resultado de las maniobras de RCP. Este mayor conocimiento podrá repercutir en una mayor calidad de la RCP practicada, ya sea por los profesionales o los testigos de la parada, y con ello mejorar la supervivencia (Gräsner & Bossaert, 2013; Nehme et al. 2015).

6. CONCLUSIONES

1. La parada cardiorrespiratoria es un evento que conduce a una alta mortalidad.

2. Los factores asociados a la muerte por parada cardiorrespiratoria asistida por el SAMU encontrados en nuestro estudio fueron: ser hombre, asistolia, peor estado funcional previo y que ocurra en el domicilio.

3. La clara repercusión negativa del evento ocurrido en el domicilio, debe modificar las políticas de formación en nuestro país.

4. Consideramos que hay una asignatura pendiente, pues nuestro trabajo apoya la necesidad de implantar formación escolar, universitaria, amas de casa, cuerpos de seguridad del Estado y en población en general, sobre la actuación inmediata ante una parada cardiorrespiratoria.

7. BIBLIOGRAFÍA

Adgey AA, Spence MS, Walsh SJ. Theory and practice of defibrillation: defibrillation for ventricular fibrillation. *Heart* 2005; 91:118-25.

Albert CM, Chae CU, Grodstein F, Rose LM, Rexrode KM, Ruskin JN, *et al.* Prospective study of sudden cardiac death among women in the United States. *Circulation* 2003; 107:2096-101.

Álvarez Fernández JA, Álvarez-Mon Soto M, Rodríguez Zapata M. Supervivencia en España de las paradas cardíacas extrahospitalarias. *Med Intensiva*. 2001; 25:36-43

Álvarez Fernández & López de Ochoa 2013

American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care, Part 6: Advanced Cardiovascular Life Support: Section 2: Defibrillation. *Circulation* 2000; 102(Supl.):I90-4.

Arrich J, Sterz F, Fleischhackl R, Uray T, Losert H, Kliegel A, *et al.* Gender modifies the influence of age on outcome after successfully resuscitated cardiac arrest: a retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore)* 2006; 85:288-94.

Atwood C, Eisenberg MS, Herlitz J, Rea TD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. *Resuscitation* 2005; 67:75–80.

Aufderheide TP, Nichol G, Rea TD, Brown SP, Leroux BG, Pepe PE, *et al.* A trial of an impedance threshold device in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2011; 365:798-806.

Ballesteros-Peña S, Abecia-Inchaurregui LC, Echevarría-Orella E. Factores asociados a la mortalidad extrahospitalaria de las paradas cardiorrespiratorias atendidas por unidades de soporte vital básico en el País Vasco. *Rev Esp Cardiol* 2013; 66:269-274.

Ballesteros S. Supervivencia extrahospitalaria tras una parada cardiorrespiratoria en España: Una revisión de la literatura. *Emergencias*. 2013; 25:137-142.

Bardy GH, Lee KL, Mark DB, Poole JE, Toff WD, Tonkin AM, *et al.* Home use of automated external defibrillators for sudden cardiac arrest. *N Engl J Med* 2008; 358:1793-804.

Barroeta Urquiza J, Boada Bravo N, Álvarez Rello A, Álvarez Martínez JA, Álvarez Rueda JM, Barreiro Díaz MV, *et al.* Los servicios de emergencia y urgencias médicas extrahospitalarias en España. Alcobendas (Madrid): MENSOR; 2011. Disponible en: <http://www.mensor.es/es/LosserviciosdeemergenciasyurgenciasmEdicasExtrahospitalariasenEspaNa.pdf.pdf>.

Beckers SK, Skorning MH, Fries M, Bickenbach J, Beuerlein S, Derwall M, *et al.* CPREzy improves performance of external chest compressions in simulated cardiac arrest. *Resuscitation* 2007; 72:100-7.

Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* 2010; 81:1479-87.

Böttiger BW, Van Aken H. Training children in cardiopulmonary resuscitation worldwide. *Lancet*. 2015; 385:2353.

Bryn E. autor, Temur Umarov <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.05.029> Sex differences in the prehospital management of out-of-hospital cardiac arrest

Bunch TJ, White RD, Khan AH, Packer DL. Impact of age on long-term survival and quality of life following out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2004; 32:9637.

Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB. Public use of automated external defibrillators. *N Engl J Med* 2002; 347:1242-7.

Capucci A, Aschieri D, Piepoli MF, Bardy GH, Iacono E, Arvedi M. Tripling survival from sudden cardiac arrest via early defibrillation without traditional education in cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2002; 106:1065-70.

Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOSKANTO): an observational study. *Lancet* 2007; 369:920-6.

Carew HT, Zhang W, Rea TD. Chronic health conditions and survival after out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Heart* 2007; 93:728-31.

Cardinali DP. Introducción a la cronobiología. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cantabria; 1994.

Chan PS, McNally B, Tang F, Kellermann A. Recent trends in survival from out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Circulation* 2014; 130:1876-82.

Chang WC, Kaul P, Westerhout CM, Graham MM, Fu Y, Chowdhury T, *et al.* Impact of sex on long-term mortality from acute myocardial infarction vs unstable angina. *Arch Intern Med* 2003; 163:2476-84.

Cheung S, Deakin CD, Hsu R, Petley GW, Clewlow F. A prospective manikin-based observational study of telephone-directed cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2007; 72:425-35.

Clark AP, Aldridge MD, Guzzetta CE, Nyquist-Heise P, Reverend Mike Norris, Loper P, *et al.* Family presence during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Nurs Clin North Am* 2005; 17:23-32.

Colquhoun MC, Chamberlain DA, Newcombe RG, Harris R, Harris S, Peel K, *et al.* A national scheme for public access defibrillation in England and Wales: early results. *Resuscitation* 2008; 78:275-80.

Cooper JA, Cooper JD, Cooper JM. Cardiopulmonary resuscitation: history, current practice, and future direction. *Circulation* 2006; 114:2839-49.

Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation* 1991; 83:1832-47.

Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L, *et al.* Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation* 1991; 84:960-75.

- Culley LL, Rea TD, Murray JA, Welles B, Fahrenbruch CE, Olsufka M, *et al.* Public access defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a community-based study. *Circulation* 2004; 109:1859-63.
- Curós A. Parada cardiaca extrahospitalaria, nuestra asignatura pendiente. *Rev Esp Cardiol* 2001; 54:827-30.
- Daya MR, Schmicker RH, Zive DM, *et al.* Out-of-hospital cardiac arrest survival improving over time: results from the Resuscitation Outcomes Consortium (ROC). *Resuscitation* 2015; 91:108-15.
- Deo R, Vittinghoff E, Lin F, Tseng ZH, Hulley SB, Shlipak MG. Risk factor and prediction modeling for sudden cardiac death in women with coronary artery disease. *Arch Intern Med* 2011; 171:1703-9.
- Deakin CD, Cheung S, Petley GW, Clewlow F. Assessment of the quality of cardiopulmonary resuscitation following modification of a standard telephone-directed protocol. *Resuscitation* 2007; 72:436-43.
- Duchateau FX, Gueye P, Curac S, Tubach F, Broche C, Plaisance P, *et al.* Effect of the AutoPulse automated band chest compression device on hemodynamics in out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *Intensive Care Med* 2010; 36:1256-60.
- ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2005; 112(24 Suppl):IV1-203.
- Eftestol T, Losert H, Kramer-Johansen J, Wik L, Sterz F, Steen PA. Independent evaluation of a defibrillation outcome predictor for out-of-hospital cardiac arrested patients. *Resuscitation* 2005; 67:55-61.
- Engdahl J, Herlitz J. Localization of out-of-hospital cardiac arrest in Goteborg 1994-2002 and implications for public access defibrillation. *Resuscitation* 2005; 64:171-5.
- Escorial V, Meizoso T, Alday E, López de Sa E, Guerrero JE, López-Sendón JL. Pronóstico de los pacientes ingresados en la Unidad Coronaria o de Cuidados Intensivos tras un episodio de muerte súbita extrahospitalaria. *Rev Esp Cardiol* 2001; 54:832-7.
- EuReCa ONE—27 Nations, ONE Europe, ONE Registry A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe

Resuscitation 105 (2016) 188–195. A Spanish translated version of the summary of this article appears as Appendix in the final online version at <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.06.004>.

Fothergill RT, Watson LR, Chamberlain D, Viridi GK, Moore FP, Whitbread M. Increases in survival from out-of-hospital cardiac arrest: a five year study. *Resuscitation* 2013; 84:1089-92.

Folke F, Gislason GH, Lippert FK, Nielsen SL, Weeke P, Hansen ML, *et al*. Differences between out-of-hospital cardiac arrest in residential and public locations and implications for public-access defibrillation. *Circulation* 2010; 122:623-30.

Garmendia Leiza JR. Ritmo circadiano del infarto agudo de miocardio. Análisis de subgrupos. [Tesis Doctoral]. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2003.

Gold LS, Fahrenbruch CE, Rea TD, Eisenberg MS. The relationship between time to arrival of emergency medical services (EMS) and survival from out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Resuscitation* 2010; 81:622-5.

Gräsner JT, Herlitz J, Koster RW, Rosell-Ortiz F, Stamatakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation—towards a European cardiac arrest registry (EuReCa). *Resuscitation* 2011; 82:989–94.

Gräsner JT, Meybohm P, Lefering R, *et al*. ROSC after cardiac arrest—the RACA score to predict outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Eur Heart J*. 2011; 32:1649-56

Gräsner JT, Bossaert L. Epidemiology and management of cardiac arrest: what registries are revealing. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2013; 27:293-306.

Gräsner JT, Bossaert L. 2013 Sep;27:293-306. doi: 10.1016/j.bpa.2013.07.008.

Grimal P. La mitología griega. Paidós; 2003.

Groh WJ, Newman MM, Beal PE, Fineberg NS, Zipes DP. Limited response to cardiac arrest by police equipped with automated external defibrillators: lack of survival benefit in suburban and rural Indiana--the police as responder automated defibrillation evaluation (PARADE). *Acad Emerg Med* 2001; 8:324-30.

Hallstrom AP, Cobb LA, Yu BH. Influence of comorbidity on the outcome of patients treated for out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation* 1996; 93:2019-22.

Halperin HR, Lee K, Zviman M, Illindala U, Lardo A, Kolandaivelu A, *et al*. Outcomes from low versus high-flow cardiopulmonary resuscitation in a swine model of cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 2010; 28:195-202.

Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L; European Resuscitation Council. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2005;67 Suppl 1:S7-23. Review.

Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 1982;143:29-36.

Haugk M, Robak O, Sterz F, Uray T, Kliegel A, Losert H, *et al.* High acceptance of a home AED programme by survivors of sudden cardiac arrest and their families. *Resuscitation* 2006; 70:263-74.

Herlitz J, Bang A, Holmberg M, Axelsson A, Lindkvist J, Holmberg S. Rhythm changes during resuscitation from ventricular fibrillation in relation to delay until defibrillation, number of shocks delivered and survival. *Resuscitation* 1997; 34:17-22.

Herlitz J, Bahr J, Fischer M, Kuisma M, Lexow K, Thorgeirsson G. Resuscitation in Europe: a tale of five European regions. *Resuscitation* 1999; 41:121-31.

Herlitz J, Andersson E, Bang A, Engdahl J, Holmberg M, Lindkvist J, *et al.* Experiences from treatment of out-of-hospital cardiac arrest during 17 years in Goteborg. *Eur Heart J* 2000; 21:1251-8.

Herlitz J, Eek M, Engdahl J, Holmberg M, Holmberg S. Factors at resuscitation and outcome among patients suffering from out of hospital cardiac arrest in relation to age. *Resuscitation* 2003; 58:309-17.

Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Angquist KA, Holmberg S. Is female sex associated with increased survival after out-of-hospital cardiac arrest? *Resuscitation* 2004; 60:197-203.

Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M, Travers A, Christenson J, McBurnie MA, *et al.* Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004; 351:637-46.

Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Effect of bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation* 2000; 47:59-70.

Holmes DR, Jr., Aguirre FV, Aplin R, Lennon RJ, Nestler DM, Bell MR, *et al.* Circadian rhythms in patients with ST-elevation myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010; 3:382-9.

Hulleman M, Zijlstra JA, Beesems SG, *et al.* Causes for the declining proportion of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2015; 96:23-9.

INE, Defunciones según la Causa de Muerte Año 2013

Iqbal MB, Al-Hussaini A, Rosser G, Salehi S, Phylactou M, Rajakulasingham R, et al. Predictors of survival and favorable functional outcomes after an out-of-hospital cardiac arrest in patients systematically brought to a dedicated heart attack center (from the Harefield Cardiac Arrest Study). *Am J Cardiol* 2015; 115:730-7.

Insvacare.es/website/index.php/que-es-la-pcr-extrahospitalaria. Revisado en Diciembre de 2016.

Iwami T, Hiraide A, Nakanishi N, Hayashi Y, Nishiuchi T, Uejima T, *et al.* Outcome and characteristics of out-of-hospital cardiac arrest according to location of arrest: A report from a large-scale, population-based study in Osaka, Japan. *Resuscitation* 2006; 69:221-8.

Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, Berg RA, Hayashi Y, Nishiuchi T, *et al.* Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007; 116:2900-7.

Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet* 1975; 1:480-4.

Jennings PA, Cameron P, Walker T, Bernard S, Smith K. Out-of-hospital cardiac arrest in Victoria: rural and urban outcomes. *Med J Aust* 2006; 185:135-9.

Jorgenson DB, Skarr T, Russell JK, Snyder DE, Uhrbrock K. AED use in businesses, public facilities and homes by minimally trained first responders. *Resuscitation* 2003; 59:225-33.

Kannel WB, Wilson PW, D'Agostino RB, Cobb J. Sudden coronary death in women. *Am Heart J* 1998; 136:205-12.

Keller SP, Halperin HR. Cardiac arrest: the changing incidence of ventricular fibrillation. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine* 2015; 17:392.

Kern KB, Valenzuela TD, Clark LL, Berg RA, Hilwig RW, Berg MD, *et al.* An alternative approach to advancing resuscitation science. *Resuscitation* 2005; 64:261-8.

Kim C, Fahrenbruch CE, Cobb LA, Eisenberg MS. Out-of-hospital cardiac arrest in men and women. *Circulation* 2001; 104:2699-703.

Kudenchuk PJ, Cobb LA, Copass MK, Olsufka M, Maynard C, Nichol G. Transthoracic incremental monophasic versus biphasic defibrillation by emergency responders (TIMBER): a randomized comparison of monophasic with biphasic waveform ascending energy defibrillation for the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest due to ventricular fibrillation. *Circulation* 2006; 114:2010-8.

- Kwok H, Prekker M, Grabinsky A, Carlbom D, Rea TD. Use of rapid sequence intubation predicts improved survival among patients intubated after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2013; 84:1353-8.
- La fuente C, Melero-Bascones M. Active chest compression-decompression for cardiopulmonary resuscitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2004:CD002751.
- Leng CT, Paradis NA, Calkins H, Berger RD, Lardo AC, Rent KC, *et al.* Resuscitation after prolonged ventricular fibrillation with use of monophasic and biphasic waveform pulses for external defibrillation. *Circulation* 2000; 101:2968-74.104. Lerner EB, Fairbanks RJ, Shah MN. Identification of out-of-hospital cardiac arrest clusters using a geographic information system. *Acad Emerg Med* 2005; 12:81-4.
- Link MS, Atkins DL, Passman RS, Halperin HR, Samson RA, White RD, *et al.* Part 6: electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion, and pacing: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010; 122:S706-19.
- Madrid JA, Rol de Lama A. *Cronobiología básica y clínica*. Editec@red; Madrid 2006.
- Marijon E, Uy-Evanado A, Reinier K, Teodorescu C, Narayanan K, Jouven X, Gunson K, Jui J, Chugh SS. Sudden cardiac arrest during sports activity in middle age. 2015 Apr 21;131:1384-91.doi: 10.1161 CIRCULATIONAHA.114.011988.
- Marijon E, Bougouin W, Tafflet M, Karam N, Jost D, Lamhaut L, *et al.* Population movement and sudden cardiac arrest location. *Circulation* 2015; 131:1546-54.
- Martin DR, Brown CG, Dzwonczyk R. Frequency analysis of the human and swine electrocardiogram during ventricular fibrillation. *Resuscitation* 1991; 22:85-91.
- Miani D, Taylor M, Mestroni L, D'Aurizio F, Finato N, Fanin M, *et al.* Sudden death associated with danon disease in women. *Am J Cardiol* 2012; 109:406-11.
- Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, *et al.* Cardiopulmonary resuscitation quality: [corrected] improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013; 128:417-35.
- Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, *et al.*; ERC Guidelines 2015 Writing Group. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation* 2015; 95:1-80.
- Montgomery WH. Prehospital cardiac arrest: the chain of survival concept. *Ann Acad Med Singapore* 1992; 21:69-72.

Moore MJ, Hamilton AJ, Cairns KJ, Marshall A, Glover BM, McCann CJ, *et al.* The Northern Ireland Public Access Defibrillation (NIPAD) study: effectiveness in urban and rural populations. *Heart* 2008; 94:1614-9.

Mpotos N, Lemoyne S, Calle PA, Deschepper E, Valcke M, Monsieurs KG. Combining video instruction followed by voice feedback in a self-learning station for acquisition of Basic Life Support skills: a randomised non-inferiority trial. *Resuscitation* 2011; 82:896-901.

Mpotos N, Lemoyne S, Wyler B, Deschepper E, Herregods L, Calle PA, *et al.* Training to deeper compression depth reduces shallow compressions after six months in a manikin model. *Resuscitation* 2011; 82:1323-7.

Moreno Martín JL, Esquilas Sánchez O, Corral Torres E, Suárez Bustamante RM, Vargas Román MI. Efectividad de la implementación de la desfibrilación semiautomática en las Unidades de Soporte Vital Básico. *Emergencias* 2009; 21:12-6.

Morentin B, Audicana C. Population-based study of out-of-hospital sudden cardiovascular death: incidence and causes of death in middle-aged adults. *Rev Esp Cardiol* 2011; 64:28-34.

Morrison LJ, Dorian P, Long J, Vermeulen M, Schwartz B, Sawadsky B, *et al.* Out-of-hospital cardiac arrest rectilinear biphasic to monophasic damped sine defibrillation waveforms with advanced life support intervention trial (ORBIT). *Resuscitation* 2005; 66:149-57.

Myerburg RJ, Castellanos A. Capítulo 267. Colapso cardiovascular, paro cardíaco y muerte súbita. In: *Companies TM-H, editor. Harrison Principios de Medicina Interna*. 17ªed. 2012

Nakanishi N, Nishizawa S, Kitamura Y, Nakamura T, Matsumuro A, Sawada T, *et al.* The increased mortality from witnessed out-of-hospital cardiac arrest in the home. *Prehosp Emerg Care* 2011; 15:271-7.

Nehme Z, Bernard S, Cameron P, Bray JE, Meredith IT, Lijovic M, *et al.* Using a cardiac arrest registry to measure the quality of emergency medical service care: decade of findings from the Victorian Ambulance Cardiac Arrest Registry. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2015; 8:56-66.

Neukamm J, Gräsner JT, Schewe JC, *et al.* The impact of response time reliability on CPR incidence and resuscitation success: a benchmark study from the German Resuscitation Registry. *Critical Care* 2011; 15:R282.

Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, Gent LM, Atkins DL, Bhanji F, *et al.* Part 1: Executive Summary: 2015 American Heart Association Guidelines Update for

- Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015; 132(18 Suppl 2):S315-367.
- Nichol G, Thomas E, Callaway CW, et al. Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome. *JAMA* 2008; 300:1423
- Niebauer MJ, Brewer JE, Chung MK, Tchou PJ. Comparison of the rectilinear biphasic waveform with the monophasic damped sine waveform for external cardioversion of atrial fibrillation and flutter. *Am J Cardiol* 2004; 93:1495-9.
- Niemann JT, Garner D, Lewis RJ. Transthoracic impedance does not decrease with rapidly repeated countershocks in a swine cardiac arrest model. *Resuscitation* 2003; 56:91-5.
- Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation* 2010; 81:1219-76.
- O'Neill JS, Reddy AB. Circadian clocks in human red blood cells. *Nature* 2011; 469:498-503.
- O'Neill JF, Deakin CD. Evaluation of telephone CPR advice for adult cardiac arrest patients. *Resuscitation* 2007; 74:63-7.
- Paradis NA, Martin GB, Rivers EP, Goetting MG, Appleton TJ, Feingold M, et al. Coronary perfusion pressure and the return of spontaneous circulation in human cardiopulmonary resuscitation. *JAMA* 1990; 263:1106-13.
- Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodzky JD, Nelson LL, Ramaswamy K, et al. Use of automated external defibrillators by a U.S. airline. *N Engl J Med* 2000; 343:1210-6.
- Perales Rodríguez-de-Viguri N, López Messa J, Ruano Marco M. *Manual de Soporte Vital Avanzado*. Cuarta Edición ed.: Elsevier-Masson; 2007.
- Perez-Vela JL, Lopez-Messa JB, Martin-Hernandez H, Herrero-Ansola P. Novedades en soporte vital avanzado. *Med Intensiva* 2011; 35:373-87.
- Rea TD, Eisenberg MS, Sinibaldi G, White RD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation* 2004; 63:17-24.
- Rea TD, Helbock M, Perry S, Garcia M, Cloyd D, Becker L, et al. Increasing use of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital ventricular fibrillation arrest: survival implications of guideline changes. *Circulation* 2006; 114:2760-5.
- Rea TD, Olsufka M, Bemis B, White L, Yin L, Becker L, et al. A population-based investigation of public access defibrillation: role of emergency medical services care. *Resuscitation* 2010; 81:163-7.

Ridker PM, Manson JE, Buring JE, Muller JE, Hennekens CH. Circadian variation of acute myocardial infarction and the effect of low-dose aspirin in a randomized trial of physicians. *Circulation* 1990; 82:897-902.

Ringh M, Jonsson M, Nordberg P, et al. Survival after public access defibrillation in Stockholm, Sweden—a striking success. *Resuscitation* 2015; 91:1–7.

Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, Jonsson M, Fredman D, Nordberg P, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015; 372:2316-25.

Robert W. Neumar, Michael Shuster, Clifton W. Callaway, Lana M. Gent, Dianne L. Atkins, Farhan Bhanji, Steven C. Brooks, Allan R. de Caen, Michael W. Donnino, Jose Maria E. Ferrer, Monica E. Kleinman, Steven L. Kronick, Eric J. Lavonas, Mark S. Link, Mary E. Mancini, Laurie J. Morrison, Robert E. O'Connor, Ricardo A. Samson, Steven M. Schexnayder, Eunice M. Singletary, Elizabeth H. Sinz, Andrew H. Travers, Myra H. Wyckoff, Mary Fran Hazinski. 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015; 132:S315-S367.

Rogove HJ, Safar P, Sutton-Tyrrell K, Abramson NS. Old age does not negate good cerebral outcome after cardiopulmonary resuscitation: analyses from the brain resuscitation clinical trials. The Brain Resuscitation Clinical Trial I and II Study Groups. *Crit Care Med* 1995; 23:18-25.

Rodríguez-Font E y Viñolas X. Muerte súbita (III) Causas de muerte súbita. Problemas a la hora de establecer y clasificar los tipos de muerte. *Rev Esp Cardiol* 1999; 52:1004-14.

Safdar B, Stolz U, Stiell IG, Cone DC, Bobrow BJ, deBoehr M, et al. Differential survival for men and women from out-of-hospital cardiac arrest varies by age: results from the OPALS study. *Acad Emerg Med* 2014; 21:1503-11.

Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010; 3:63-81.

Sasson C, Haukoos JS, Eigel B, Magid DJ. The HANDDS program: a systematic approach for addressing disparities in the provision of bystander cardiopulmonary resuscitation. *Acad Emerg Med* 2014; 21:1042-1049.

Silfvast T, Ekstrand A. The effect of experience of on-site physicians on survival from prehospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 1996; 31:101-105.

- Schneider T, Martens PR, Paschen H, Kuisma M, Wolcke B, Gliner BE, *et al.* Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators. *Circulation* 2000; 102:1780-7.
- Sendoa Ballesteros Arritmias - Muerte Súbita – RCP 09 Mayo 2013. La parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria: Nuestra asignatura pendiente. Sociedad Española de Cardiología.
- Steen S, Sjoberg T, Olsson P, Young M. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation* 2005; 67:25-30.
- Stramba-Badiale M, Priori SG. Gender-specific prescription for cardiovascular diseases? *Eur Heart J* 2005; 26:1571-2.
- Stromsoe A, Svensson L, Axelsson AB, *et al.* Improved outcome in Sweden after out-of-hospital cardiac arrest and possible association with improvements in every link in the chain of survival. *Eur Heart J* 2015; 36:863–71.
- Swor RA, Jackson RE, Tintinalli JE, Pirralo RG. Does advanced age matter in outcomes after out-of-hospital cardiac arrest in community-dwelling adults? *Acad Emerg Med* 2000; 7:762-8.
- Taylor RB, Brown CG, Bridges T, Werman HA, Ashton J, Hamlin RL. A model for regional blood flow measurements during cardiopulmonary resuscitation in a swine model. *Resuscitation* 1988; 16:107-18.
- Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation* 1997; 96:3308-13.
- Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 2000; 343:1206-9.
- Vukmir RB. Prehospital cardiac arrest and the adverse effect of male gender, but not age, on outcome. *J Womens Health (Larchmt)* 2003; 12:667-73.
- Waalewijn RA, Tijssen JG, Koster RW. Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARRESUST). *Resuscitation* 2001; 50:273-9.

Waalewijn RA, Nijpels MA, Tijssen JG, Koster RW. Prevention of deterioration of ventricular fibrillation by basic life support during out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2002; 54:31-6.

Weisfeldt ML, Everson-Stewart S, Sitlani C, Rea T, Aufderheide TP, Atkins DL, *et al.* Ventricular tachyarrhythmias after cardiac arrest in public versus at home. *N Engl J Med* 2011; 364:313-21.

Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, *et al.* Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2013; 310:1377–84.

Wissenberg M, Folke F, Hansen CM, Lippert FK, Kragholm K, Risgaard B, *et al.* Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Relation to Age and Early Identification of Patients With Minimal Chance of Long-Term Survival. *Circulation* 2015; 131:1536-1545.

Yanovsky MJ, Kay SA. Living by the calendar: how plants know when to flower. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2003; 4:265-75.



RESEARCH ARTICLE

Mortality after out-of-hospital cardiac arrest in a Spanish Region

Rosa Requena-Morales^{1,2}, Antonio Palazón-Bru^{3*}, María Mercedes Rizo-Baeza¹, José Manuel Adsuar-Quesada², Vicente Francisco Gil-Guillén³, Ernesto Cortés-Castell⁴

1 Department of Nursing, University of Alicante, San Vicente del Raspeig, Alicante, Spain, **2** Emergency Medical Service, Valencian Regional Ministry of Health, Alicante, Alicante, Spain, **3** Department of Clinical Medicine, Miguel Hernández University, San Juan de Alicante, Alicante, Spain, **4** Department of Pharmacology, Pediatrics and Organic Chemistry, Miguel Hernández University, San Juan de Alicante, Alicante, Spain

* antonio.pb23@gmail.com



Abstract

Aims

To determine out-of-hospital cardiac arrest mortality in the province of Alicante (Spain) and its associated factors.

Methods

Cross-sectional observational study of all patients who received cardiopulmonary resuscitation (CPR) by the Emergency Medical Services (EMS) (n = 422) in the province of Alicante in 2013. To determine associated factors, a binary logistic regression model was constructed. Primary outcome: death before arriving at the hospital. Predictive variables: gender, age, artificial respiration, prior functional status, asystole, cardiogenic aetiology, bystander CPR, time from the cardiac arrest to the arrival of the EMS and location of cardiac arrest.

Results

There were 337 deaths (79.9%; 95% CI: 76.0–83.7%). Factors independently associated (p<0.05) with death were: male gender (OR = 2.11; 95% CI: 1.20–3.72; p = 0.010), asystole (OR = 1.99, 95% CI: 1.17–3.39; p = 0.012), cardiac arrest at home (OR = 2.44; 95% CI: 1.42–4.18; p = 0.001) and an increased time between arrest and EMS arrival (OR = 1.05, 95% CI: 1.01–1.09, p = 0.009). Having a worse prior functional status had a tendency towards significance (OR = 0.56, 95% CI: 0.31–1.02, p = 0.059).

Conclusions

Mortality was high. The associated factors were: male gender, asystole, worse prior functional status, longer time from the cardiac arrest to the arrival of the EMS and having the cardiac arrest at home. The clearly negative impact of experiencing a cardiac arrest at home necessitates modifying training policies in Spain. These policies should be focused on providing information about CPR in schools in order to decrease the mortality of these events.

OPEN ACCESS

Citation: Requena-Morales R, Palazón-Bru A, Rizo-Baeza MM, Adsuar-Quesada JM, Gil-Guillén VF, Cortés-Castell E (2017) Mortality after out-of-hospital cardiac arrest in a Spanish Region. PLoS ONE 12(4): e0175818. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175818>

Editor: Chiara Lazzeri, Azienda Ospedaliero Universitaria Careggi, ITALY

Received: January 9, 2017

Accepted: March 31, 2017

Published: April 13, 2017

Copyright: © 2017 Requena-Morales et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Introduction

Out-of-hospital cardiac arrest remains an important public health problem leading to many deaths, undoubtedly due to the fact that when emergency medical services (EMS) arrive the process is already irreversible [1]. The success of emergency medical systems in this process is limited [2,3], although it has been increasing [4], possibly due to multiple factors. Some factors may be intrinsic to the patient, such as diseases or prior status, and others due to the unique circumstances of each event, including the location of the cardiac arrest, and even the particular characteristics of each EMS team [5].

The incidence of cardiac arrest is 62.3 events per 100,000 person-years in adults (34.7 in paediatrics) [6]; in Spain it is estimated at 24,500 annually, almost all of cardiac origin [1]. Nearly 95% of those affected die within minutes, receiving no cardiopulmonary resuscitation (CPR) until the arrival of specialized assistance, at which time tissue necrosis has usually already occurred [7]. Since the publication of the American Heart Association Cardiorespiratory Resuscitation Guidelines in 2005 and the European Resuscitation Council Guidelines [8,9], many communities and resuscitation systems have reported a higher level of survival in cardiac arrest victims, but even so we must take into account that more than half of these cases occur in the home [10,11]. In these cases, very few victims of cardiac arrest receive basic CPR from a family member or bystander, which is why basic CPR training in the general population could be helpful in the face of this event [12]. Indeed, this sort of training has been incorporated into the recommendations, in which importance is placed on lay persons who witness a cardiac arrest [7,8].

Due to the importance of cardiac arrest and the fact that in our setting this has not been analysed, the aim of this study was to determine its incidence in our environment, the survival rate achieved, and the factors that may be associated with a fatal outcome (age, gender, location of cardiac arrest, etc.) As a new feature, building on the work of the other Spanish authors [1], explanatory variables of death that have not been previously assessed such as functional status prior to the cardiac arrest were analysed. On the other hand, in the international setting, other authors have assessed the mortality from CPR to discharge, instead of the mortality seen by the EMS [6].

Materials and methods

Study setting

Alicante is a province in south-eastern Spain with 1,854,244 inhabitants in 2013 and covering an area of 5,816 square kilometres, giving a population density of 319 inhabitants per square kilometre. The healthcare system is free to access, free of direct charge and universal, as in the rest of Spain.

Study design and participants

Persons who experienced out-of-hospital cardiac arrest and who were attended by the EMS in the province of Alicante (Spain), including traumatic arrests. The EMS in Spain include trained physicians, nurses and technicians all specialised in full emergency care (not just life support), together with all the equipment necessary to undertake advanced CPR. To contact these teams, inhabitants should use the toll-free number (#112). When a call to this number is received and it relates to a case of cardiac arrest, the coordinating doctor gives instructions to the caller over the phone about how to start resuscitation until the arrival of the EMS advanced life support team. Note that the EMS only attend cases of out-of-hospital cardiac arrest after someone has called the emergency number; thus all the cases of cardiac arrest in this study

were witnessed. During the CPR, the medical team invite the family and/or witnesses to stay. Concerning education and training of the general population, multidisciplinary teams from health centres and hospitals give courses and workshops about how to act in the presence of a person with a cardiac arrest and start CPR. Finally, any initiatives for advanced directives/DNRs in those with poor functional outcome cannot be considered in out-of-hospital cardiac arrests as the relevant documents are held with the clinical history of the patient, which is not accessible from the ambulance. Thus, this should be analysed for cases of cardiac arrest that occur within a hospital or a health centre.

This cross-sectional observational study comprised all patients treated (CPR) by the EMS for out-of-hospital cardiac arrest in the province of Alicante in 2013. When a patient experiences a cardiac arrest, the EMS teams are required to register all clinical data relating to the cardiac arrest in computerized form, interviewing the witnesses present at the time of the cardiac arrest; i.e., all data are obtained in a primary manner without recourse to the patient's medical history using the Utstein recommendations of cardiac arrest studies. This information was analysed in this study. Those patients who did not receive any type of resuscitation (due to terminal illness or excessive time from the cardiac arrest to the arrival of the EMS) were excluded. Excessive time was defined as > 8 minutes without receiving basic life support, depending on the cause of the cardiac arrest, as with effect from this time the risk of severe neurological damage is very high [7,13]. This time is increased to 15 minutes only in cases of cardiac arrest with hypothermia.

Variables and measurements

The primary variable was death due to cardiac arrest. Secondary variables (those that could explain death) were: gender, age (years), application of assisted ventilation (endotracheal intubation or bag valve mask), prior functional status considered as a quantitative variable using the Clinical Performance Score measured by the witnesses and the EMS (0 → brain dead, comatose or persistent vegetative state; 1 → conscious with severe deficit and totally dependent; 2 → conscious and alert with moderate neurological deficit; 3 → conscious, alert and oriented with normal higher functions) [14], asystole, location of the cardiac arrest (home or other), bystander CPR, cardiogenic aetiology and time from the cardiac arrest until the arrival of the EMS. Patients were only intubated if they presented some sign of cardiac activity during the first 15 minutes of CPR and intubation was possible because the airway was accessible. Information about the variables concerning whether a basic CPR had been given, time to arrival of the EMS and the prior functional status of the patient was all obtained from the witnesses.

Sample size calculation

Since the sample was collected without prior sample size calculation, calculation of sample size, that is, determining whether the sample used is suitable for the proposed objectives, was performed a posteriori.

Of a total of 422 patients attended by the EMS, 337 died. The aim was to estimate the incidence of mortality in our setting. To do this we assumed an expected prevalence of 84.3% [1] and a type I error of 5%. With these parameters the error in the estimation was 3.47%.

Statistical analysis

Absolute and relative frequencies were used to describe the categorical variables, whereas means and standard deviations were applied for the quantitative variables. Crude incidence was calculated for out-of-hospital cardiac arrests attended by the EMS. A binary logistic

regression model was constructed to predict our outcome (death), using all the secondary variables as independent variables. The functional status was analysed as a linear quantitative variable, because we determined that the square of this variable did not show differences with it ($p = 0.335$, likelihood ratio test). In other words, it is better to use this variable as a linear variable instead of power or a qualitative variable. The goodness-of-fit of the model was performed using the likelihood ratio and the Hosmer-Lemeshow test, and the area under the ROC curve (AUC) [15]. All analyses were performed with a type I error of 5%, and for each relevant parameter its associated confidence interval (CI) was calculated. All calculations were performed with IBM SPSS Statistics 19.

Ethical issues

This study is consistent with the ethical principles of the Declaration of Helsinki and was approved by the Directorate of Emergency Services of Alicante (Regional Ministry of Universal Health Care and Public Health) in 2013, which allowed the analysis of information in a completely anonymous and encrypted form. Therefore informed consent was not required for this study.

Results

The incidence of out-of-hospital cardiac arrest in the province in 2013 was 34 per 100,000 inhabitants, in 67% of which CPR was given by the EMS. The second most common aetiology of the arrest was respiratory disease.

Fig 1 shows the flow chart for the study. Of a total of 630 patients, 208 did not receive CPR by the EMS (34 due to terminal illness and 174 due to excessive time from the cardiac arrest to the arrival of the EMS). Of the 422 patients who received CPR by the EMS 337 died (79.9%, 95% CI: 76.0–83.7%).

Regarding the descriptive analysis of the sample analysed (Table 1), there was a predominance of men (70.9%), the mean age was 65.0 years, 77.7% received endotracheal intubation, the mean prior functional status was 2.8 (very close to status 3: conscious, alert and oriented with normal higher functions), 69.4% presented asystole, the predominant location of the cardiac arrest was the home (55.5%) and the mean time from the cardiac arrest until the arrival of the EMS was 14.1 min.

The factors significantly ($p < 0.05$) associated with death after out-of-hospital cardiac arrest were (Table 1): male gender, having asystole, the event taking place in the patient's home and increased time from the cardiac arrest until the arrival of the EMS. Moreover, having a worse functional status had a tendency towards significance ($p = 0.059$). The multivariate model was significant ($p < 0.001$) and showed an AUC of 0.744 (Fig 2). The p -value for the Hosmer-Lemeshow test was 0.054.

Discussion

Summary

Our study found that four out of five patients in whom CPR was attempted died. Factors independently associated with mortality included male gender, asystole, longer time between the cardiac arrest and the arrival of the EMS, and experiencing the cardiac arrest at home. Additionally, having a worse functional status prior to the cardiac arrest was almost significant ($p = 0.059 > 0.05$, not significant). The factors analysed together satisfactorily explained death, as an AUC above 74% was found.

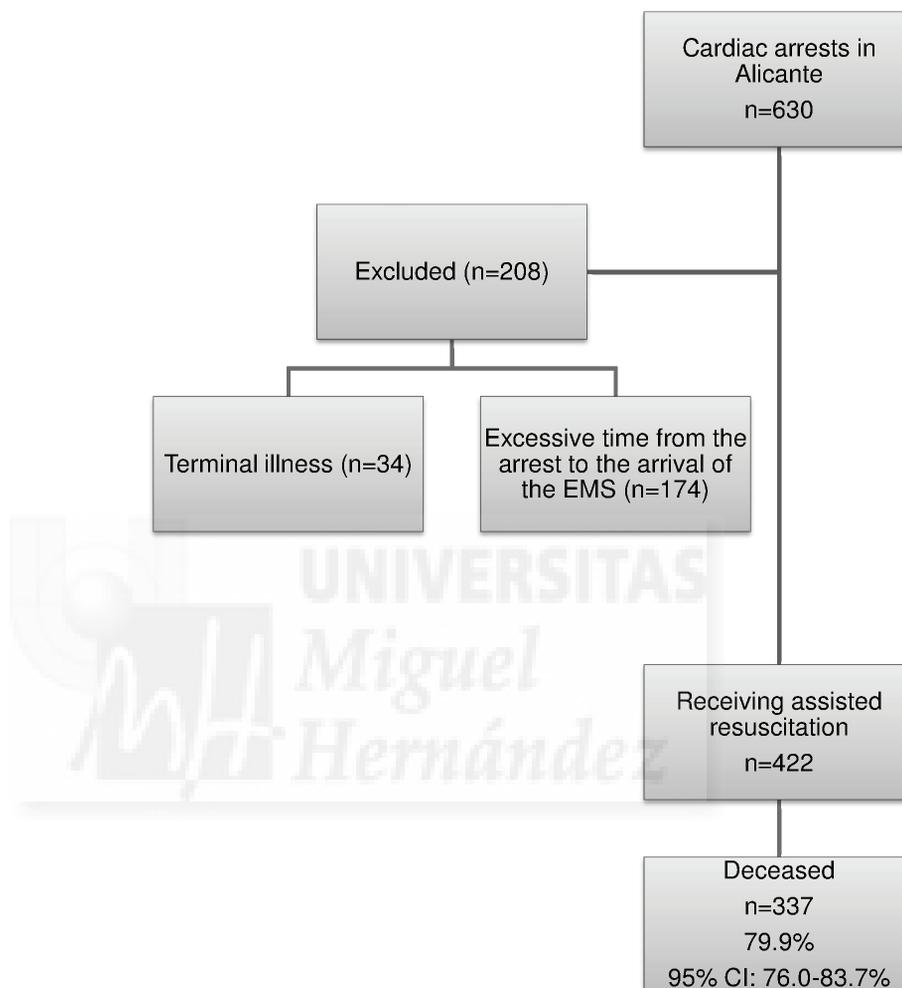


Fig 1. Flow diagram of the analysis of mortality in cardiac arrest attended by the Emergency Medical Services in the province of Alicante in 2013. CI, confidence interval; EMS, Emergency Medical Services.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175818.g001>

Strengths and limitations of the study

The main strength of this study is the novel assessment of the influence of functional status prior to the cardiac arrest, asystole and the type of resuscitation used, examining the difference between performing endotracheal intubation and bag valve mask ventilation. Additionally, the sample size of our study had a statistical power close to 100%.

With regard to limitations, to minimize selection bias, all out-of-hospital cardiac arrests in our area (which are always recorded by the EMS teams) over a specified period of time were

Table 1. Analysis of mortality in cardiac arrest attended by the Emergency Medical Services in the province of Alicante in 2013.

	Total	Mortality	Adjusted OR	p-value
Variable	n = 422	n = 337(79.9)	(95% CI)	
	n(%) / x±s	n(%) / x±s		
Gender:				
Male	299(70.9)	245(72.7)	2.11(1.20–3.72)	0.010
Female	123(29.1)	92(27.3)	1	
Age (years)	65.0±16.3	64.8±15.8	1.00(0.98–1.01)	0.752
Endotracheal intubation:				
Yes	328(77.7)	253(75.1)	0.62(0.28–1.34)	0.222
No	94(22.3)	84(24.9)	1	
Functional status (prior)	2.8±0.6	2.7±0.7	0.56(0.31–1.02)	0.059
Asystole:				
Yes	293(69.4)	248(73.6)	1.99(1.17–3.39)	0.012
No	129(30.6)	89(26.4)	1	
Location of cardiac arrest:				
Home	234(55.5)	201(59.6)	2.44(1.42–4.18)	0.001
Others	188(44.5)	136(40.4)	1	
Bystander cardiopulmonary resuscitation:				
Yes	263(62.3)	214(63.5)	1.30(0.76–2.25)	0.340
No	159(37.7)	123(36.5)	1	
Cardiogenic aetiology:				
Yes	319(75.6)	248(73.6)	0.60(0.30–1.18)	0.138
No	103(24.4)	89(26.4)	1	
Time (min) ^a	14.1±9.1	14.9±9.5	1.05(1.01–1.09)	0.009

Abbreviations: n(%), absolute frequency (relative frequency); x±s, mean ± standard deviation; OR, odds ratio; CI, confidence interval. Prior functional status is defined as: 0 = Brain dead, comatose or persistent vegetative state; 1 = Conscious with severe deficit. Totally dependent; 2 = Conscious and alert with moderate neurological deficit; 3 = Conscious, alert and oriented with normal higher functions. Goodness of fit of the multivariate model: $\chi^2 = 49.0$ p<0.001. Hosmer-Lemeshow test: p = 0.054.

^a, time from the arrest until the arrival of the Emergency Medical Service.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175818.t001>

selected. Concerning information bias (possible errors when we were measuring our variables), those variables that are always collected by the same teams were evaluated, thus minimizing this type of error. Finally, other variables that could influence mortality, such as the quality of the CPR provided, pulseless electrical activity, ventricular fibrillation and pulseless ventricular tachycardia [16,17], were not assessed. However, the variables selected explained death satisfactorily, with an AUC of 74%.

Comparison with the existing literature

First, the prevalence of the out-of-hospital cardiac arrests (34 per 100,000 person-years) was in the range of the international setting (range between 19.2 and 150.1) [6]. Second, the prevalence of death in the patients who had cardiac arrests and received CPR was nearly 80%. If we compare this value with the values reported by other authors, we note that our prevalence is very similar [1]. Concerning the associated factors, we found that male gender, having asystole, a longer time from the cardiac arrest until the arrival of the EMS and the cardiac arrest occurring in the patient's home were significantly associated with increased mortality. There is controversy regarding gender, and it seems that this association may vary by age groups [18].

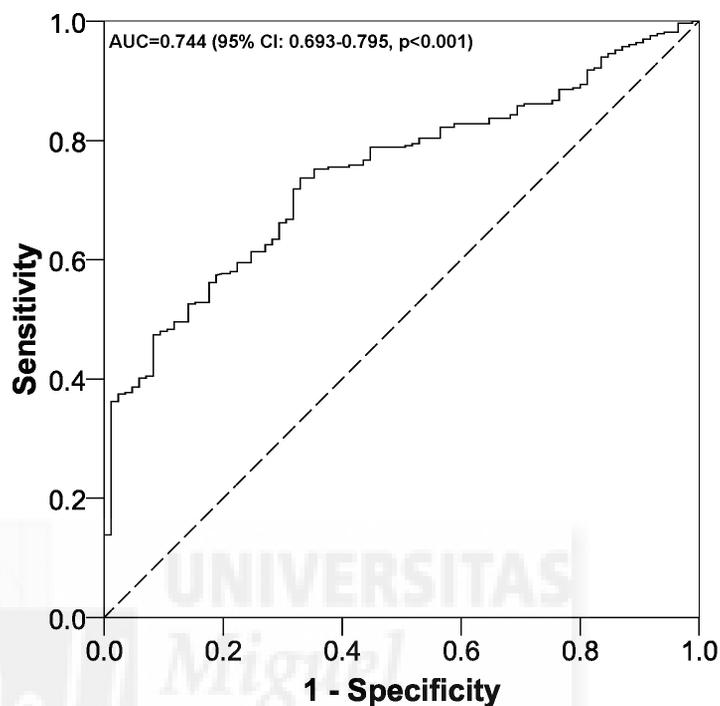


Fig 2. ROC curve multivariate logistic regression model. AUC, area under the ROC curve; CI, confidence interval.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175818.g002>

The work by the Basque Country team found several factors associated with out-of-hospital death [1], including a clinical condition of asystole, an age greater than or equal to 65 years, a time to resuscitation equal to or greater than eight minutes and the cardiac arrest occurring at home. Of the factors studied by both the Basque group and our group, there is agreement regarding asystole, the increased time to arrival of the EMS, and the place of the cardiac arrest. In our study there were no differences in mortality according to age. We believe this could be due to our having analysed this variable quantitatively whereas other authors used age groups (above and below 65 years of age) [1,19]. On the other hand, and very close to significance ($p = 0.059$), was the association between a worse prior functional status and increased mortality. This variable has not been analysed by other authors. This relationship was logical and expected, because an older age was associated with a worse functional status. The functional status of patients who are hospitalized after a cardiac arrest has been assessed, with higher mortality found in those in an unconscious state and functional class IV [20]. Regarding the type of assisted ventilation, a variable analysed by our group that has not been assessed by others, we found no significant differences ($p = 0.222$) between mortality and whether the patient was intubated or not. Nonetheless, as seen in Table 1, the difference in mortality rates between the two techniques was 12% which, whilst non-significant, seems to be in line with previous reports [21]. This is consistent with the latest recommendations, which advocate chest compressions followed by ventilation and endotracheal intubation [7,13].

We stress that many studies have assessed mortality from cardiac arrest, as well as its associated factors, once the patient reaches the hospital after being resuscitated. In these patients, about 90% will eventually die or have serious neurological sequelae [22], which indicates that we have a long road ahead with respect to improving survival [23].

Implications for practice and research

A recent phenomenon in emergency and critical care is the presence of family members during resuscitation events. It remains controversial in most institutions, but there is increasing evidence that the experience has positive effects for family members [12]. Therefore, as a future study, we intend to determine whether the training of family members improves their confidence and impact on any future crisis. In some countries, CPR and first aid courses are offered to the community through Community Centre CPR training [24], but this is not the case in Spain. Similarly, the distribution of defibrillators in public places has been shown to be effective, based on their location [25], and this practice has recently been implanted in Spain, though not the training of the lay public in their use or possible legal cover thereof [22].

The results of this study show the urgent need to establish CPR training courses for the general Spanish population, with the ideal setting for this being the school during childhood. As with other health-related subjects, like sexuality and alimentation, health professionals specialised in CPR should attend schools and colleges to train the students in this important subject. The consequence of this should be a reduction in mortality as basic CPR considerably increases the likelihood of survival.

Studies including the distance from the place of the cardiac arrest to the point of origin of the EMS teams are needed as this could be an important factor when assessing mortality [22], and even a telephone advice service for those present at a cardiac arrest until the arrival of the EMS [26].

The need for further research to better predict the outcome of CPR is indicated. This increased knowledge can affect a higher quality of CPR practiced either by professionals or bystanders witnessing the cardiac arrest, thus improving survival [16,17].

Conclusions

Cardiac arrest is an event that very often leads to mortality. The factors associated with out-of-hospital death in our study were: male gender, asystole, increased time from the cardiac arrest to the arrival of the EMS, worse prior functional status, and the event occurring at home. The clear negative impact of the cardiac arrest occurring at home should lead to modification of training policies in Spain.

Supporting information

S1 Dataset. Database of our study.
(XLSX)

Acknowledgments

The authors thank Maria Repice and Ian Johnstone for help with the English language version of the text.

Author Contributions

Conceptualization: RR AP MMR JMA VFG EC.

Data curation: RR JMA.

Formal analysis: AP.

Investigation: RR AP MMR JMA VFG EC.

Methodology: AP MMR VFG EC.

Project administration: RR.

Resources: RR JMA.

Software: AP.

Supervision: EC.

Validation: AP.

Visualization: AP.

Writing – original draft: RR EC.

Writing – review & editing: RR AP MMR JMA VFG EC.

References

1. Ballesteros-Peña S, Abecia-Inchaurregui LC, Echevarría-Orella E. Factores asociados a la mortalidad extrahospitalaria de las paradas cardiorrespiratorias atendidas por unidades de soporte vital básico en el País Vasco. *Rev Esp Cardiol*. 2013; 66:269–274. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2012.09.014> PMID: [24775616](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24775616/)
2. Montgomery WH. Prehospital cardiac arrest: the chain of survival concept. *Ann Acad Med Singapore*. 1992; 21:69–72. PMID: [1590661](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1590661/)
3. Silfvast T, Ekstrand A. The effect of experience of on-site physicians on survival from prehospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 1996; 31:101–105. PMID: [8733015](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8733015/)
4. Fothergill RT, Watson LR, Chamberlain D, Virdi GK, Moore FP, Whitbread M. Increases in survival from out-of-hospital cardiac arrest: a five year study. *Resuscitation*. 2013; 84:1089–1092. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.03.034> PMID: [23583613](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23583613/)
5. Ballesteros S. Supervivencia extrahospitalaria tras una parada cardiorrespiratoria en España: Una revisión de la literatura. *Emergencias*. 2013; 25:137–142.
6. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation*. 2010; 81:1479–1487. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.08.006> PMID: [20828914](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20828914/)
7. Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, Gent LM, Atkins DL, Bhanji F, et al. Part 1: Executive Summary: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015; 132(18 Suppl 2):S315–367.
8. ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2005; 112(24 Suppl):IV1–203. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.166550> PMID: [16314375](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16314375/)
9. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L; European Resuscitation Council. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation*. 2005; 67 Suppl 1:S7–23. Review.
10. Nakanishi N, Nishizawa S, Kitamura Y, Nakamura T, Matsumuro A, Sawada T, et al. The increased mortality from witnessed out-of-hospital cardiac arrest in the home. *Prehosp Emerg Care*. 2011; 15:271–277. <https://doi.org/10.3109/10903127.2010.545475> PMID: [21366434](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21366434/)
11. Böttiger BW, Van Aken H. Training children in cardiopulmonary resuscitation worldwide. *Lancet*. 2015; 385:2353.
12. Clark AP, Aldridge MD, Guzzetta CE, Nyquist-Heise P, Norris Reverend Mike, Loper P, et al. Family presence during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 2005; 17:23–32. x. Review. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2004.09.004> PMID: [15749398](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15749398/)

13. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, et al; ERC Guidelines 2015 Writing Group. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2015; 95:1–80. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.038> PMID: [26477410](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26477410/)
14. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet*. 1975; 1:480–484. PMID: [46957](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/46957/)
15. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*. 1982; 143:29–36. <https://doi.org/10.1148/radiology.143.1.7063747> PMID: [7063747](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7063747/)
16. Gräsner JT, Bossaert L. Epidemiology and management of cardiac arrest: what registries are revealing. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2013; 27:293–306. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2013.07.008> PMID: [24054508](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24054508/)
17. Nehme Z, Bernard S, Cameron P, Bray JE, Meredith IT, Lijovic M, et al. Using a cardiac arrest registry to measure the quality of emergency medical service care: decade of findings from the Victorian Ambulance Cardiac Arrest Registry. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2015; 8:56–66. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.114.001185> PMID: [25604556](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25604556/)
18. Safdar B, Stolz U, Stiell IG, Cone DC, Bobrow BJ, deBoehr M, et al. Differential survival for men and women from out-of-hospital cardiac arrest varies by age: results from the OPALS study. *Acad Emerg Med*. 2014; 21:1503–1511. <https://doi.org/10.1111/acem.12540> PMID: [25491713](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25491713/)
19. Wissenberg M, Folke F, Hansen CM, Lippert FK, Kragholm K, Rissgaard B, et al. Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Relation to Age and Early Identification of Patients With Minimal Chance of Long-Term Survival. *Circulation*. 2015; 131:1536–1545. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.013122> PMID: [25747933](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25747933/)
20. Escorial V, Meizoso T, Alday E, López de Sa E, Guerrero JE, López-Sendón JL. Pronóstico de los pacientes ingresados en la Unidad Coronaria o de Cuidados Intensivos tras un episodio de muerte súbita extrahospitalaria. *Rev Esp Cardiol*. 2001; 54:832–837. PMID: [11446958](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11446958/)
21. Kwok H, Prekker M, Grabinsky A, Carlborn D, Rea TD. Use of rapid sequence intubation predicts improved survival among patients intubated after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2013; 84:1353–1358. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.04.015> PMID: [23665389](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23665389/)
22. Curós A. Parada cardiaca extrahospitalaria, nuestra asignatura pendiente. *Rev Esp Cardiol*. 2001; 54:827–830.
23. Iqbal MB, Al-Hussaini A, Rosser G, Salehi S, Phylactou M, Rajakulasingham R, et al. Predictors of survival and favorable functional outcomes after an out-of-hospital cardiac arrest in patients systematically brought to a dedicated heart attack center (from the Harefield Cardiac Arrest Study). *Am J Cardiol*. 2015; 115:730–737. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.12.033> PMID: [25644852](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25644852/)
24. Sasson C, Haukoos JS, Eigel B, Magid DJ. The HANDDS program: a systematic approach for addressing disparities in the provision of bystander cardiopulmonary resuscitation. *Acad Emerg Med*. 2014; 21:1042–1049. <https://doi.org/10.1111/acem.12455> PMID: [25269587](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25269587/)
25. Marijon E, Bougouin W, Tafflet M, Karam N, Jost D, Lamhaut L, et al. Population movement and sudden cardiac arrest location. *Circulation*. 2015; 131:1546–54. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010498> PMID: [25762061](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25762061/)
26. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, Jonsson M, Fredman D, Nordberg P, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2015; 372:2316–2325. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1406038> PMID: [26061836](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26061836/)

