

---

ORIGINAL

# Aplicación de cardiocompresores mecánicos en el donante tras una muerte cardíaca extrahospitalaria

ALONSO A. MATEOS RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, JOSÉ MARÍA NAVALPOTRO PASCUAL<sup>1</sup>,  
MARÍA EUGENIA MARTÍN MALDONADO<sup>2</sup>, CALOS BARBA ALONSO<sup>2</sup>, LUIS PARDILLOS FERRER<sup>1</sup>,  
AMADO ANDRÉS BELMONTE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Comisión de Investigación SUMMA112. <sup>2</sup>Médico SUMMA112. <sup>3</sup>Coordinador de Trasplantes, Hospital 12 de Octubre. Madrid, España.

---

## CORRESPONDENCIA:

Dr. Alonso A. Mateos Rodríguez  
Servicio de Urgencia Médica  
de Madrid (SUMMA112)  
Comisión de Investigación.  
C/ Antracita, 2 bis  
28045 Madrid, España  
E-mail: aamateosr@gmail.com  
amateo.summa@salud.madrid.org

## FECHA DE RECEPCIÓN:

30-4-2010

## FECHA DE ACEPTACIÓN:

21-6-2010

## CONFLICTO DE INTERESES:

Ninguno

**Objetivo:** El Servicio de Urgencias Médicas de Madrid SUMMA112, en colaboración con dos hospitales de Madrid, está inmerso en un programa de donación de órganos de pacientes que han sufrido una parada cardíaca extrahospitalaria y no han respondido a las maniobras de resucitación. El objetivo de este estudio es valorar los resultados de la aplicación de cardiocompresores mecánicos.

**Metodología:** Estudio descriptivo retrospectivo basado en la base de datos del SUMMA112 de donantes tras muerte cardíaca. El estudio se realizó durante el año 2008 y 2009, año este último en el que se generalizó el uso de estos cardiocompresores. Se usaron dos cardiocompresores, el LUCAS<sup>®</sup> de Physio-Control y el Autopulse<sup>®</sup> de Zoll. Se estudiaron como variables independientes la edad, el sexo, el uso de cardiocompresión mecánica (CCM) y el tipo de cardiocompresor, el tiempo de llegada a la escena y el tiempo desde la alerta a la llegada al hospital. Como variables dependientes se registraron si fueron donantes válidos, número de órganos y tipo de órganos. Se compararon los resultados de media por donantes en el año 2008 (periodo sin CCM) y 2009 (periodo con CCM).

**Resultados:** Se registraron un total de 108 casos. El 87% del total de pacientes eran varones, y la mediana (RIQ) de la edad era 40 años (35-49,7). Se obtuvieron un total de 82 donantes válidos, lo que corresponde a 3,18 órganos por donante. La media de órganos en el periodo sin CCM fue de 3,4 y en el de CCM de 2,9 ( $p < 0,05$ ). No encontramos diferencia significativa en la comparación entre los dos cardiocompresores.

**Conclusión:** Según nuestra serie, el número de órganos extraídos y trasplantados por donante es menor con CCM. Se necesitan más estudios para demostrar que estos dispositivos mejoran el número o la calidad de los órganos extraídos. [Emergencias 2010;22:264-268]

**Palabras clave:** Servicios médicos de emergencia. Donante tras muerte cardíaca. Cardiocompresor mecánico.

---

## Introducción

Desde hace unos años se ha desarrollado una serie de dispositivos mecánicos que sustituyen el masaje cardíaco manual en caso de parada cardiorrespiratoria. Estos dispositivos han demostrado mejorar la calidad de la reanimación cardiopulmonar<sup>1</sup> y en algunos casos se ha llegado a demostrar la mejora de la supervivencia a corto plazo<sup>2,3</sup>. Son dos los dispositivos los que actualmente se están usando: el LUCAS<sup>®</sup> de la empresa Physio-Control (Lucas) y el Autopulse<sup>®</sup> de la empresa Zoll (Autopulse). El Lucas es un sistema de

pistón con una ventosa que se adhiere en el tórax del paciente en un punto concreto y que, mediante el uso de oxígeno o aire comprimido, ejerce una fuerza hacia arriba y abajo (Figura 1). El Autopulse también ejerce la misma fuerza sobre el tórax, pero lo hace mediante una banda de distribución de carga que "abraza" el tronco del paciente y usa baterías recargables (Figura 2). Ambos dispositivos tienen dos posibilidades, para realizar las compresiones con el ritmo 30:2 o con masaje continuo, y tienen como ventaja adicional la liberación de uno de los profesionales involucrado en la reanimación. De la misma forma am-



**Figura 1.** Dispositivo LUCAS® (Physiol-Control).



**Figura 2.** Dispositivo Autopulse® (Zoll).

bos dispositivos han demostrado una baja incidencia de lesiones torácicas o, al menos, la misma que con el masaje manual<sup>4</sup>.

El donante tras muerte cardiaca (DMC) es un protocolo que supone un esfuerzo adicional al equipo interviniente, ya que es preciso mantener una compresión torácica intermitente desde que se toma contacto con el paciente en parada cardiorrespiratoria (PCR) hasta que se determina el fallecimiento del mismo y se comienza el proceso de canulación para circulación extracorpórea. Desde el inicio del programa de DMC se han usado estos dispositivos pero sólo de forma ocasional. En uno de los helicópteros sanitarios se disponía de un Autopulse y existía un Lucas que rotaba entre las UVIs terrestres.

Desde comienzos del año 2009 se generalizó el uso de estos dispositivos en todas las PCR atendidas por el Servicio de Urgencia Médica de Madrid (SUMMA112) al crearse un recurso móvil que transportaba el cardiocompresor hasta el lugar de la PCR. Esto supuso un adelanto en la atención al paciente y una mejora tanto en la calidad de la

resucitación cardiorrespiratoria (RCP) como en la disminución de trabajo para el equipo interviniente. Mejoraba también el traslado de pacientes en situación de potencial donante a los hospitales minimizando el riesgo de daño laboral al evitar que una persona fuera aplicando masaje cardiaco en un vehículo en movimiento.

El objetivo de este estudio es describir los resultados del programa de DMC una vez introducido de forma generalizada el uso de cardiocompresores mecánicos y compararlos con los datos recogidos sin el uso de estos dispositivos. Además, se comparará el rendimiento de ambos tipos de dispositivo.

## Método

El SUMMA112 ha creado una base de datos con los pacientes trasladados como posible donantes que incluye los siguientes ítems: hospital derivado, sexo, edad, tiempo de llegada al lugar, tiempo de llegada al hospital, causa de la PCR,

**Tabla 1.** Datos de la población

Periodo	CCM NO (n = 46)	CCM SI (n = 62)	p
Edad en años (media, DE)	40 (10,6)	40 (10)	ns
Sexo varón (n,%)	42 (91,3)	52 (83,9)	ns
Tiempo alerta – llegada a la escena (mediana, RIQ)	13'17" (10'55"-18'00")	11'30" (7'59"-14'00")	ns
Tiempo alerta – llegada hospital (mediana, RIQ)	88'51" (71'30"-114'15")	73'20" (57'22"-92'50")	ns
Donantes válidos (n,%)	36 (78)	46 (74)	ns

CCM: Cardiocompresor mecánico; ns: no significativa; DE: desviación estándar; RIQ: rango intercuartil.

donación efectiva o no, número y tipo de órganos donados y la causa de la no donación si ésta no se produce (información facilitada por los hospitales), uso de cardiocompresores mecánicos (CCM) y uso de helicóptero sanitario. Esta base de datos está siendo utilizada para distintos estudios de investigación y compartida la información con los dos hospitales receptores de potenciales donantes, el Hospital Clínico San Carlos y el Hospital 12 de Octubre de Madrid.

El criterio para usar uno u otro dispositivo era la disponibilidad del mismo. El helicóptero sanitario sólo dispone del Autopulse. Las unidades terrestres disponían de los dos dispositivos durante el primer semestre del año 2009 y sólo del Lucas durante el segundo semestre.

Este estudio se basa en la recogida de todos los datos de los años 2008 y 2009. El primer año no se usaron los dispositivos y en el segundo año sí. Por ello, se crearon dos grupos diferentes de DMC: uno sin uso de CCM y otro con uso de CCM.

El análisis estadístico se realizó con el software estadístico *Statistical Package for Social Sciences* SPSS® 15.0. Las variables cuantitativas se resumen en la media (desviación estándar) o en la mediana [rango intercuartílico (RIQ), percentil 25-75] en función de la normalidad o no de sus distribuciones. Las variables cualitativas se presentan en porcentajes. Para estudiar la asociación entre variables cualitativas se utilizó el test de la  $\chi^2$  o test de Fisher. En variables cuantitativas se contrastaron las diferencias de medias con la t de Student bajo el supuesto de normalidad.

## Resultados

Se analizaron un total de 108 pacientes, 46 en el periodo sin CCM y 62 en el periodo con CCM. En la serie global, el 87% de los casos eran varones y la mediana (RIQ) de la edad fue de 40 (35-49,7) años. La mediana (RIQ) del tiempo empleado a llegar a la escena fue de 12 minutos con 9 segundos (7:50-13:54). La mediana (RIQ) del tiempo desde la alerta hasta la llegada al hospital

**Tabla 2.** Causas de la no donación

Periodo	CCM NO (n = 10)	CCM SI (n = 16)
Fallo de bomba (fallo en la entrada de circulación extracorpórea)	3	1
Negativa familiar	1	3
Negativa judicial	0	1
Negativa del propio paciente en vida	0	2
Causas biológicas (fuera de tiempo, serología positiva, cáncer activo, etc.)	6	9

CCM: Cardiocompresor mecánico.

fue de 80 minutos (57-93). El número de donantes válidos en cada periodo fue de 36 en el periodo sin CCM y 46 en el periodo con CCM, en total 82 (75%) donantes válidos. El número medio de órganos de donantes válidos fue de 3,18 con una mediana de 3 órganos por donante. Las características basales de la población de estudio son similares en ambos grupos (Tabla 1).

El número total de donantes no válidos fue de 26 (24%) sin diferencias entre ambos grupos. Las causas de fallo en la donación se recogen en la Tabla 2.

Los órganos extraídos y trasplantados fueron: 136 riñones, 35 hígados, 51 córneas, 7 pulmones y 32 piezas de tejido óseo (Tabla 3). El número medio de órganos por donante válido en el periodo con CCM fue de 2,9 y en el periodo sin CCM fue de 3,4 ( $p < 0,05$ ). Al comparar los órganos obtenidos con cada compresor no se aprecian diferencias significativas. La media de órganos por paciente obtenidos con el Lucas es de 2,9; la media de órganos por paciente obtenido con el Autopulse es de 3,4 (Tabla 4).

## Discusión

Según nuestra serie, los DMC trasladados con CCM, donan menos órganos que los trasladados sin CCM. Las causas de esta diferencia son difícilmente explicables. En un estudio similar realizado por los Servicios de Emergencia de Barcelona concluyen que el dispositivo Lucas® es igualmente efectivo que la cardiocompresión manual. Pero en ese mismo estudio ponen de manifiesto que la ta-

**Tabla 3.** Órganos donados

Periodo	Total	CCM NO	CCM SI	p
Número de casos de donantes válidos	82	36	46	ns
Riñones (obtenidos/posibles)	136/164	65/72	71/92	< 0,05
Hígado [n (media, DE)]	35 (0,43[0,49])	16 (0,44[0,50])	19 (0,41[0,49])	ns
Tejido corneal [n (media, DE)]	51 (0,62[0,48])	25 (0,69[0,46])	26 (0,57[0,50])	ns
Tejido óseo [n (media, DE)]	32 (0,39[0,49])	14 (0,39[0,49])	18(0,39[0,49])	ns
Pulmón [n (media, DE)]	7 (0,09[0,32])	4 (0,11[0,31])	3 (0,07[0,32])	ns
Número medio de órganos por donante válido (media, DE)	3,18 (1,15)	3,4 (1,8)	2,9 (1,2)	< 0,05

CCM: Cardiocompresor mecánico; ns: no significativo.

**Tabla 4.** Órganos donados según el tipo de cardiocompresor mecánico utilizado

	Total	Lucas	Autopulse	Desconocido	p*
Número de casos	46	30	10	6	ns
Riñones (obtenidos/potenciales)	71/92	48/60	15/20	8/12	ns
Hígado (n, media)	19 (0,4)	13 (0,4)	5 (0,5)	1 (0,1)	ns
Tejido corneal (n, media)	26 (0,5)	15 (0,5)	7 (0,7)	4 (0,6)	ns
Tejido óseo (n, media)	18 (0,3)	12 (0,4)	5 (0,5)	1 (0,1)	ns
Pulmón (n, media)	3 (0,06)	1 (0,03)	2 (0,2)	0	ns
<b>TOTAL (n, media)</b>	<b>137 (2,9)</b>	<b>89 (2,9)</b>	<b>34 (3,4)</b>	<b>14 (2,6)</b>	<b>ns</b>

\*El valor de p se ha calculado entre los grupos Lucas y Autopulse; ns: no significativo.

sa de riñones descartados por mala perfusión renal fue mayor en el grupo de los CCM<sup>5</sup>.

A pesar de nuestros datos y aunque el número medio de órganos sea inferior, las numerosas variables que entran en juego para que un órgano sea o no efectivo hacen imposible hallar alguna relación causal entre el uso de dispositivos mecánicos y la consecución de más o menos órganos para donación. La principal limitación de nuestro estudio es el bajo número de casos y la metodología de serie de casos que hace imposible hallar ninguna relación causal y menos aún con los dispositivos mecánicos. Pero aún con estas limitaciones metodológicas resulta sorprendente la diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. Son necesarios más estudios abarcando más variables para llegar a determinar el papel de los CCM en el DMC.

También es inferior el tiempo de llegada a la escena, que se reduce en casi 90 segundos y el tiempo de llegada al hospital que lo disminuye en 14 minutos. El primero de los tiempos no se puede achacar al uso o no de estos dispositivos sino en una mejora en la respuesta a la PCR. La disminución en el tiempo de llegada al hospital puede ser debido al uso de estos dispositivos porque hacen mucho más fácil la movilización del paciente. Su uso libera a uno de los intervinientes del masaje cardiaco externo manual y permite que la transferencia a la ambulancia y al hospital se desarrolle de forma más continua, sin la necesidad de una persona al lado del paciente continuamente haciendo compresiones torácicas.

En un estudio de nuestro grupo hemos demos-

trado que la tasa de fallo renal primario en una serie de riñones trasplantados trasferidos con cardiocompresión mecánica fue muy baja, sólo dos riñones trasplantados en el 2009<sup>6</sup>. Este dato es similar a las series de casos publicadas sin el uso de CCM<sup>7</sup>.

Al comparar los órganos y las medias de órganos por paciente entre los dos cardiocompresores no hallamos diferencias significativas, aunque se trata de una serie demasiado corta, sobre todo con el Autopulse, como para poder establecer entre los dos de forma definitiva. Se necesitan más datos para poder llegar a alguna conclusión satisfactoria.

Como conclusión podemos afirmar que en nuestra serie los potenciales donantes trasladados bajo CCM donaban menor número de órganos que los trasladados con cardiocompresión manual.

## Bibliografía

- Nielsen N, Sandhall L, Schersten F, Friberg H, Olsson SE. Successful resuscitation with mechanical CPR, therapeutic hypothermia and coronary intervention during manual CPR after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2005;65:1111-3.
- Casner M, Anderson D. Preliminary report of the impact of a new CPR assist device on the rate of return of spontaneous circulation in out of hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Med*. 2005;9:61-7.
- Steen S, Liao Q, Pierre L, Paskevicius A, Sjöberg T. Evaluation of LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation*. 2002;55:285-99.
- Smekal D, Johansson J, Huzevka T, Rubertsson S. No difference in autopsy detected injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions compared with mechanical compressions with the LUCAS™ device—A pilot study. *Resuscitation*. 2009;80:1104-7.
- Ruiz A, Carmona F, Alberola M, Paredes D, Rodríguez C, Palma P, et al. Efecto de la implantación de un cardiocompresor mecánico (LU-

CAS®) en la preservación de órganos de donantes en muerte cardíaca (DMC) tipo II de Maastricht. Murcia: Comunicación a las Jornadas de Coordinadores de trasplantes; 2010.

6 Mateos Rodríguez AA, Pardillos Ferrer L, Navalportro Pascual JM, Barba Alonso C, Martín Maldonado M E, Andrés Belmonte A. Kidney trans-

plant function using organs from non-heart-beating donors maintained by mechanical chest compressions. Resuscitation. (en prensa).

7 Álvarez J, del Barrio R, Arias J, Ruiz F, Iglesias J, de Elias R, et al. Non-heart Beating donors from the streets: an increasing donor pool source. Transplantation. 2000;70:314-7.

---

## Mechanical cardiopump use in organ donation after prehospital cardiac death

Mateos Rodríguez AA, Navalportro Pascual MJ, Martín Maldonado ME, Barba Alonso C, Pardillos Ferrer L, Andrés Belmonte A

**Objective:** The SUMMA112 emergency health service of Madrid is working with area hospitals on a program to facilitate organ donation from persons who have suffered cardiac death outside the hospital and who have not responded to resuscitation maneuvers. The aim of this study was to assess the usefulness of mechanical cardiopumps.

**Methods:** Retrospective, descriptive study based on SUMMA112 data available for organ donors after cardiac death. The data analyzed were from 2008, before cardiopumps, and 2009, the year when cardiopumps became widely used. Two models were available; one was the LUCAS pump, from Physio-Control, and the other was the Autopulse, from Zoll. Independent variables studied were age, sex, cardiopump use and model, time from arrival at the emergency site until notification of arrival at the hospital. Dependent variables were categorization as a valid donor, number of organs donated, and types of organs donated. We compared the mean number of organs donated in 2008 (period without mechanical cardiopumps) to the number donated in 2009 (with cardiopumps).

**Results:** A total of 108 cases were on record. Eighty-seven percent of the patients were men. The median (interquartile range) age was 40 (35-49.75) years. Overall, 82 cadavers were valid donors and a mean of 3.18 organs per donor were obtained. In the period without cardiopumps, the mean number of organs obtained was 3.4; with cardiopumps the mean was 2.9 organs ( $P<0.05$ ). There were no significant differences between the 2 cardiopumps.

**Conclusion:** Fewer organs per donor were extracted and transplanted in the year the mechanical cardiopumps were used. Further studies are needed to demonstrate whether or not these devices can increase the number or quality of extracted organs. [Emergencias 2010;22:264-268]

**Key words:** Emergency medical services. Organ donation after cardiac death. Mechanical cardiopump.