



## ORIGINAL

# Estudio aleatorizado de la relación entre el uso del dispositivo CPRmeter® y la calidad de las compresiones torácicas en una resucitación cardiopulmonar simulada



J.A. Calvo-Buey<sup>a,\*</sup>, D. Calvo-Marcos<sup>b</sup> y R.M. Marcos-Camina<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Medicina Intensiva, Complejo Asistencial Universitario de Palencia, Palencia, España

<sup>b</sup> Intensiv Station, Helios Amper-Klinikum Dachau, Dachau, Alemania

Recibido el 29 de junio de 2015; aceptado el 20 de julio de 2015

Disponible en Internet el 11 de noviembre de 2015

### PALABRAS CLAVE

Resucitación cardiopulmonar;  
Masaje cardiaco;  
Paro cardiaco;  
Dispositivos;  
Simulación

### Resumen

**Objetivo:** Analizar si el empleo del CPRmeter® durante las maniobras de resucitación se relaciona con una mayor calidad del masaje cardiaco externo, según las recomendaciones del International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), frente a la calidad obtenida sin él, y si existen diferencias relacionadas con factores antropométricos, demográficos, profesionales y/o laborales.

**Método:** Ensayo experimental, abierto, realizado con simuladores de soporte vital, en una muestra aleatoria estratificada de 88 sanitarios distribuidos aleatoriamente entre los grupos A (sin indicaciones del dispositivo) y B (con ellas). Comparamos la homogeneidad de los mismos para las variables confusoras, así como la frecuencia y profundidad de las compresiones, el porcentaje de reexpansiones completas y la distribución de la variable masaje de calidad (según criterios ILCOR) en los grupos. Analizamos las variables cualitativas con la prueba de Chi-cuadrado y las cuantitativas con la t-Student o U Mann-Whitney y la asociación entre la variable masaje de calidad y el empleo del dispositivo con la odds ratio.

**Resultados:** Grupo A: profundidad media 42,1 mm (desviación estándar 10,1), frecuencia media 121,3/min (21,6), porcentaje de reexpansión completa 71,2% (36,9). Grupo B: 51,2 mm (5,9), 111,9/min (6,4), 92,9% (10,1) respectivamente. Odds ratio para masaje de calidad con relación al uso del dispositivo de 5,170 (IC95% 2,060-12,977).

**Conclusiones:** El uso del dispositivo CPRmeter® en simulaciones de resucitación se relaciona con una mayor calidad del masaje cardiaco, mejorando la aproximación a las recomendaciones ILCOR independientemente de las características de los participantes. Hay 83,8% más de posibilidades de lograr un masaje de calidad usando el dispositivo que sin él.

© 2015 Elsevier España, S.L.U. y SEEIUC. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jcalvob@saludcastillayleon.es](mailto:jcalvob@saludcastillayleon.es) (J.A. Calvo-Buey).

**KEYWORDS**

Cardiopulmonary resuscitation;  
Heart massage;  
Cardiac arrest;  
Devices;  
Simulation

## Randomised study of the relationship between the use of CPRmeter® device and the quality of chest compressions in a simulated cardiopulmonary resuscitation

**Abstract**

**Objective:** To determine whether the use of CPRmeter® during the resuscitation manoeuvres, is related to a higher quality of external cardiac massage, as recommended by the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). To compare the quality obtained without the use or this, and whether there are differences related to anthropometric, demographic, professional and/or occupational factors.

**Method:** Experimental, open trial performed with life support simulators in a stratified random sample of 88 health workers randomly distributed between groups A (without indications of the device) and B (with them). The homogeneity of their confounding variables was compared, as well as the compressions depth and compressions rate, the proportion of completed release, and distribution of the quality massage variable (according to criteria ILCOR) between the groups. The qualitative variables were analysed with the chi-square test, and quantitative variables with the Student *t*-test or Mann-Whitney U-test and the association between the variable quality massage variable, and use of the device with the odds ratio.

**Results:** Group A: mean depth 42.1 mm (standard deviation 10.1), mean rate 121.3/min (21.6), percentage of complete release 71.2% (36.9). Group B: 51.2 mm (5.9) 111.9/min (6.4), 92.9% (10.1) respectively. Odds ratio for quality massage regarding the use of the device was 5.170 (95% CI; 2.060–12.977).

**Conclusions:** The use of CPRmeter® device in simulated resuscitations is related to a higher quality of cardiac massage, improving the approach to the ILCOR recommendations, regardless of the characteristics of the participants. They were 83.8% more likely to achieve a quality massage using the device than without it.

© 2015 Elsevier España, S.L.U. and SEEIUC. All rights reserved.

### ¿Qué se conoce/qué aporta?

Sabemos que la calidad del masaje cardiaco externo durante las maniobras de resucitación cardiopulmonar determina en gran medida los resultados de la misma. El ILCOR en sus recomendaciones de 2010 especifica unos parámetros para considerar de calidad el masaje administrado: profundidad de las compresiones (5-6 cm), frecuencia de las mismas (100-120 min<sup>-1</sup>) y reexpansión torácica completa entre compresiones.

En este estudio se aporta una posibilidad de incrementar la calidad en los cuidados enfermeros ajustándose a las recomendaciones de las sociedades científicas internacionales.

### ¿Implicaciones del estudio?

Disponer de un instrumento que guíara al interviniente durante las maniobras de resucitación y registrara los valores obtenidos en las compresiones del masaje cardiaco externo aumentaría la comparabilidad entre diferentes estudios ya que permitiría controlar unos parámetros que hasta ahora por lo general son desconocidos, especialmente en situaciones de paradas reales; disminuiría la variabilidad de los cuidados y aumentaría la estandarización de la enseñanza de las técnicas de la resucitación cardiopulmonar.

### Introducción

La parada cardiaca intrahospitalaria (PCIH) constituye un problema sanitario de magnitud tanto por las consecuencias emocionales y posibles secuelas en el paciente que la sufre y su entorno, como por su incidencia. Se calcula que afecta a entre 1 y 5 casos por 1.000 ingresos<sup>1</sup>; esto supondría que en España, según los datos de 2012 de estancias y altas hospitalarias del Ministerio de Sanidad, se habrían producido entre 5.200 y 26.000 PCIH que requerirían tratamiento<sup>2</sup>.

A pesar de que las maniobras de resucitación cardiopulmonar (RCP), como tratamiento esencial de la parada cardiopulmonar (PCR), fueron introducidas hace más de 50 años, y de la numerosa producción en investigación y las modificaciones introducidas en esas técnicas, la supervivencia a la parada continúa siendo baja. Para la PCIH se estima que la supervivencia al alta se sitúa entre el 12 y el 22%<sup>3</sup>.

En sus recomendaciones de 2010, el International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), adaptadas para Europa en las guías del European Resuscitation Council (ERC), hace hincapié en optimizar todos los elementos que conforman la cadena de supervivencia como medio para lograr una mejor recuperación neurológica tras la PCR. Por lo que respecta a las maniobras de RCP, el énfasis se pone en que el masaje cardiaco externo ha de ser de calidad, entendiendo por tal: compresiones torácicas de al menos 5 cm de profundidad, con una frecuencia de al menos 100 min<sup>-1</sup> con una reexpansión completa del tórax entre compresiones y una interrupción mínima de las mismas, asegurando un mínimo

de 60 compresiones efectivas cada minuto que duren las maniobras<sup>4</sup>.

A este respecto, cabe señalar que hay estudios que muestran que las compresiones realizadas por los profesionales sanitarios en el seno de una PCR son, cuando menos, subóptimas<sup>5,6</sup>. Si a este hecho unimos la relación directa entre la calidad de la RCP y la supervivencia a la PCR, puesta de manifiesto por varios estudios<sup>7-9</sup>, podemos encontrar una de las razones que explican las bajas tasas de supervivencia a la PCHI.

Por ello, resulta fundamental investigar sobre las posibilidades de ayudar a los profesionales sanitarios a conseguir una mayor calidad de las compresiones torácicas durante la RCP. Entre estas posibilidades podrían encontrarse los dispositivos que informan en tiempo real al reanimador acerca de la calidad de las compresiones que está efectuando. Así, el ILCOR en sus recomendaciones<sup>4</sup> «anima a la utilización de dispositivos con mensajes interactivos de retroalimentación inmediata y con posibilidad de registro de datos para ser analizados durante las revisiones posteriores por parte de los reanimadores profesionales».

Entre estos dispositivos se encuentra el CPRmeter® de Laerdal (Stavanger, Noruega), que proporciona al resucitador, mediante escalas visuales, información en tiempo real sobre los parámetros del masaje como profundidad, frecuencia y recuento de las compresiones, el grado de reexpansión torácica entre compresiones y el tiempo de interrupción del masaje. Además está dotado de una tarjeta de memoria donde se registran estos datos, posibilitando la revisión posterior del evento.

**Objetivos:** analizar si el empleo del CPRmeter® durante las maniobras de RCP, se relaciona con una mayor calidad del masaje cardiaco externo, según las recomendaciones ILCOR/ERC de 2010, frente a la calidad obtenida sin el empleo de este dispositivo y si existen diferencias relacionadas con factores antropométricos, demográficos, profesionales y/o laborales.

## Método

### Diseño

Estudio aleatorizado, experimental, abierto y transversal.

### Ámbito

Estudio realizado en el Hospital Río Carrión (Hospital Nivel II con 500 camas) del Complejo Asistencial Universitario de Palencia entre los meses de marzo a noviembre de 2014.

### Sujetos

La muestra para el estudio se obtuvo de forma aleatoria estratificada de entre el personal sanitario (médicos, enfermeras y técnicos en cuidados auxiliares de enfermería [TCAE]) que prestaron sus servicios en el centro dentro del periodo en que tuvo lugar el estudio. El cálculo del tamaño muestral (42 participantes por grupo) se realizó mediante el programa Epidat 3.1 con el método de comparación de medias independientes (con un nivel de confianza del 95%,

una potencia del 80% y una diferencia de medias clínicamente significativa de 5 mm), a partir de los datos de media y desviación estándar (DE) de la profundidad de las compresiones torácicas en mm, obtenidos en un estudio piloto realizado en el mismo centro (grupo sin CPRmeter® 43,7 mm, DE 9,6; grupo con CPRmeter® 51,9 mm, DE 6,4). La estratificación se realizó manteniendo la proporcionalidad de la plantilla de sanitarios asignada a servicios con alta o baja incidencia de PCHI. Se seleccionaron un total de 110 posibles participantes de los que se aleatorizaron 102 de los que al final del proceso fueron analizados 88 (fig. 1).

Los posibles participantes fueron informados de forma oral y por escrito del protocolo del estudio. Quienes aceptaron participar, procedieron a la lectura, comprensión y firma del Documento de Consentimiento Informado confeccionado para este estudio. De ellos, solo se excluyó a una persona por razones médicas (hipertensión arterial severa) que desaconsejaron someterlo al estrés físico que hubiera supuesto su participación.

## Variables

Del análisis de la tarjeta del dispositivo obtuvimos las siguientes variables independientes: duración del masaje (min y s), número de compresiones torácicas (CT), profundidad (mm) y frecuencia media de las compresiones ( $\text{min}^{-1}$ ). Obtuvimos también los porcentajes de reexpansión completa del tórax, el de profundidad adecuada (porcentaje de compresiones con profundidad entre 50-60 mm), el de frecuencia adecuada (porcentaje de compresiones con frecuencia entre  $100\text{-}120\text{ min}^{-1}$ ), así como el de compresiones adecuadas (porcentaje de compresiones que cumplían simultáneamente con la reexpansión completa, profundidad entre 50 y 60 mm y frecuencia entre 100 y  $120\text{ min}^{-1}$ ; es decir, es una variable que evalúa cada compresión en base al cumplimiento de esos 3 parámetros). Definimos la variable dependiente dicotómica derivada masaje de calidad, con el valor «Sí», si durante el masaje el participante en el estudio mantenía en cada minuto de masaje la media de profundidad de las compresiones entre 50 y 60 mm, la media de la frecuencia de las compresiones entre 100 y  $120\text{ min}^{-1}$  y el porcentaje de compresiones con recuperación completa  $\geq 90\%$ , y con el valor «No» en caso de no cumplir alguna de las tres condiciones; es decir, en base a las medias de los valores absolutos, no de los porcentajes de éxito, evalúa la calidad global del masaje, no de cada compresión.

Para analizar los posibles factores de confusión que pudieran influir en los parámetros obtenidos del masaje cardiaco se recogieron, por medio de un cuestionario autoadministrado entregado a los participantes, las siguientes variables independientes: sexo, fecha de nacimiento (para el cálculo de la edad en años), altura (m) y peso (kg) para el cálculo del índice de masa corporal ( $\text{kg/m}^2$ ), actividad física (valores: nunca, ocasionalmente, regularmente), profesión (valores: médico, enfermera, TCAE) servicio en el que trabaja (que se codificó posteriormente con los valores: baja o alta incidencia de PCR), y formación en RCP (valores: no, Taller de RCP, Curso de Soporte Vital Básico, Curso de Soporte Vital Básico-Instrumentalizado, Curso de Soporte Vital Avanzado).

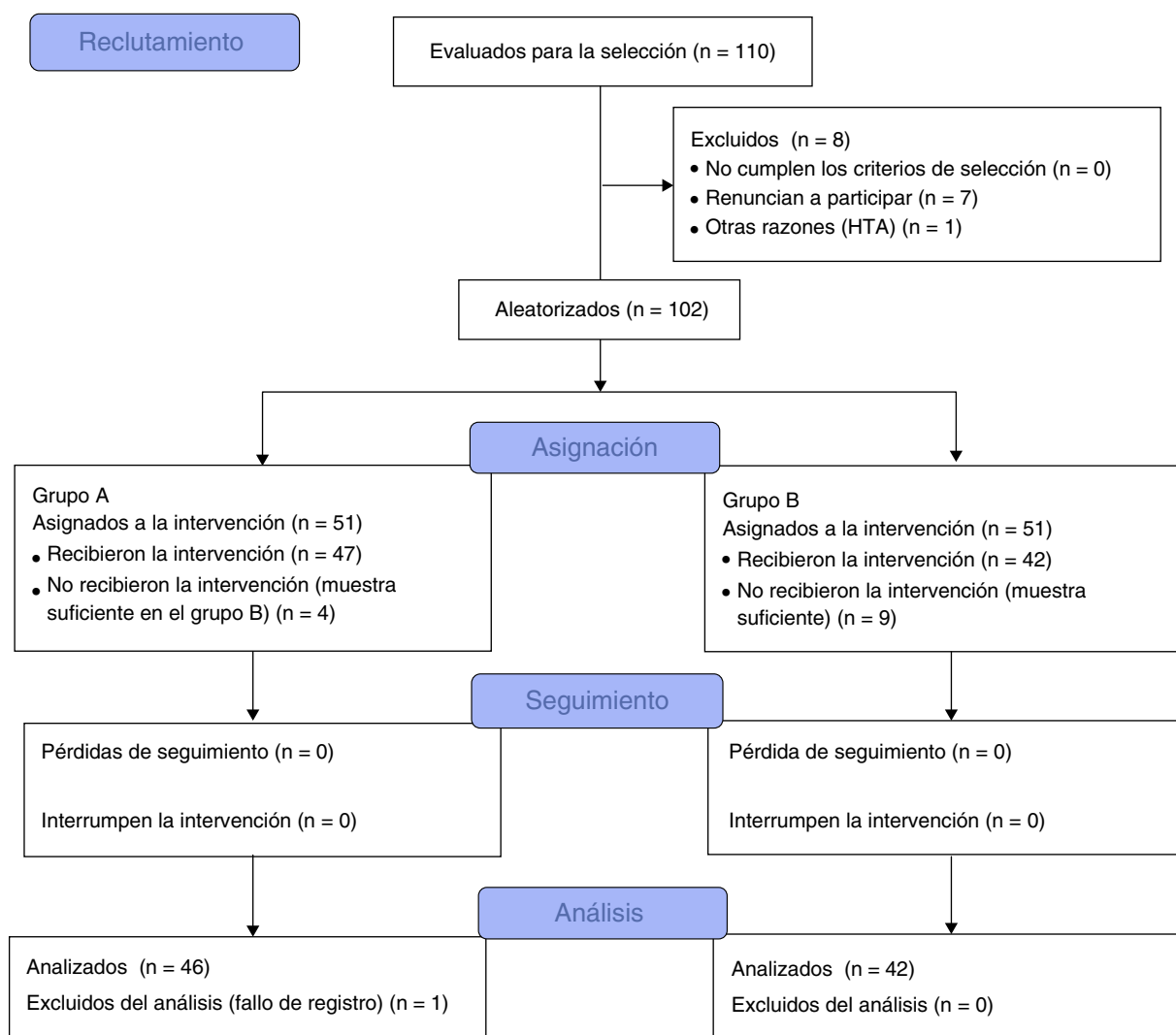


Figura 1 Diagrama de flujo de los participantes en el estudio a lo largo del proceso.

## Recogida de datos

Los participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo de control A (sin ayuda del CPRmeter®) o de intervención B (con ayuda del CPRmeter®) según que el último número de su documento de identidad fuera par o impar. Dentro de estos grupos se formaron equipos de 2 personas. Cada equipo realizó el masaje cardiaco externo simulando un supuesto de RCP con la vía aérea aislada o sin ventilaciones (sin interrumpir las compresiones) durante 8 minutos, como aproximación al tiempo de RCP básica en nuestro centro, estimado en una media de 5,8 min con un intervalo de confianza al 95% (IC 95%) entre 3,6 y 8,0 min, según un estudio realizado en 2013 en nuestro centro, por otro equipo de investigadores (comunicación personal del Dr. Alonso Fernández; enero 2014). Los miembros de cada equipo se turnaron cada 2 min según las recomendaciones del ILCOR. Ambos grupos realizaron la prueba con el mismo maniquí simulador de soporte vital Little Anne® de Laerdal, dispuesto sobre una cama o camilla con interposición de una plancha rígida de metacrilato. Se validó la bondad de este montaje por el análisis de

los datos obtenidos en pruebas seriadas con el cardiocompresor externo Lucas 2® de Jolife AB (Lund, Suecia).

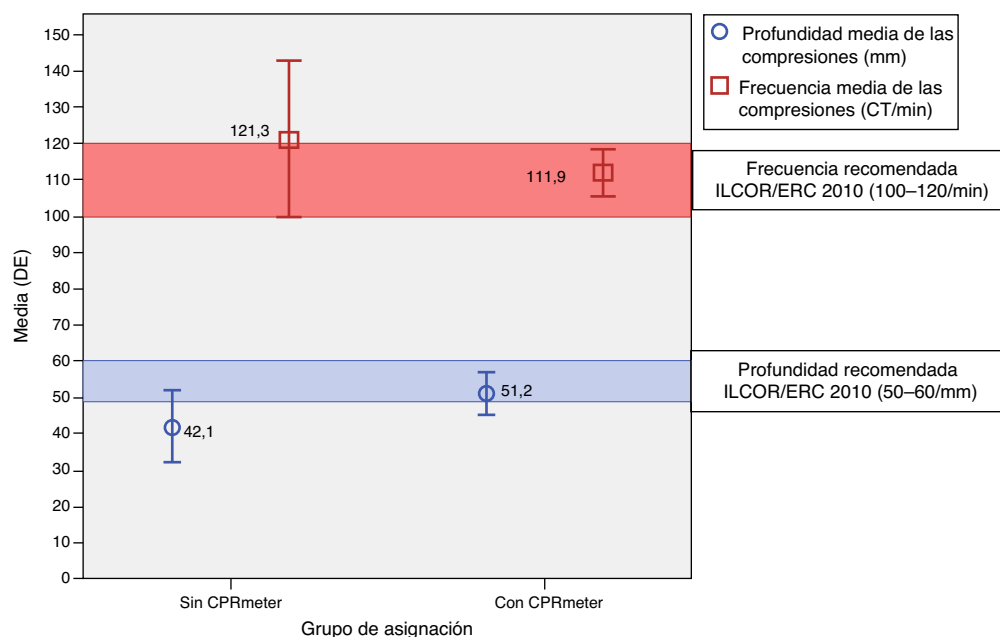
Ambos grupos realizaron el masaje con el CPRmeter® emplazado en el maniquí, pero el grupo A (que actuó antes del B) lo hizo con la pantalla de instrucciones del mismo enmascarada. Al grupo B se le informó brevemente con anterioridad a la prueba, por medio de un video demostrativo sin posibilidad de practicar, del uso del dispositivo.

Los datos registrados en la memoria del dispositivo se analizaron con el software Q-CPR Review® 3.1 de Laerdal.

## Análisis de datos

Las variables cuantitativas se describen con la media y la DE; su diferencia, con el valor y el IC 95%. Las variables cualitativas se describen con la frecuencia absoluta y la frecuencia relativa expresada como porcentaje y su diferencia con el valor y el IC 95%.

Para evaluar si los grupos de asignación eran homogéneos en cuanto a su composición, las diferencias entre las



**Figura 2** Valores y dispersión de las medias de los valores absolutos de las compresiones y su comparación con las recomendaciones ILCOR/ERC 2010.

frecuencias observadas para las variables cualitativas se analizaron mediante la prueba de Chi-cuadrado. Las diferencias entre las variables cuantitativas entre los dos grupos, se analizaron mediante la t de Student para muestras independientes, si las variables eran normales y homocedásticas (lo que se comprobó mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene respectivamente), o la U de Mann-Whitney en caso contrario.

Para evaluar la respuesta dicotómica en la variable masaje de calidad, se determinó la fuerza de la asociación mediante el cálculo de la odds ratio (OR) y su IC 95%.

Los contrastes de hipótesis se realizaron de forma bilateral para un nivel de significación  $p < 0,05$ . Para el análisis estadístico empleamos el programa PSPP 0.8.4.

## Resultados

La muestra la formaron 88 sanitarios, analizándose un total de 40.318 compresiones. La muestra estuvo constituida en su mayor parte por mujeres (73,9%), enfermeras de profesión (50,0%), que trabajaban en un servicio con baja incidencia de PCR (70,5%) y con una formación en RCP de asistencia a talleres de RCP (26,1%) o Cursos de Soporte Vital Básico-Instrumentalizado (23,9%).

El análisis estadístico de los grupos conformados con el reparto aleatorizado de la muestra mostró la homogeneidad en las características estudiadas de sus componentes. Las diferencias de las variables descriptoras empleadas, entre los grupos A, con 46 participantes, y B con 42, fueron no significativas ( $p > 0,05$ ) (tabla 1).

En las pruebas del montaje realizadas con el cardiocompresor LUCAS® obtuvimos los siguientes valores medios: profundidad media  $52,3 \pm 2,1$  mm, frecuencia media  $101,8 \pm 1,5$  min<sup>-1</sup>, compresiones adecuadas  $88,6 \pm 10,7\%$ ,

reexpansión completa  $98,5 \pm 1,2\%$ , profundidad adecuada  $89,7 \pm 4,6\%$ , frecuencia adecuada  $100,9 \pm 1,0\%$ .

En cuanto a los datos de las CT extraídos de la tarjeta de memoria del dispositivo, se resumen en la tabla 2 y de ellos se desprende que:

Los participantes asignados al grupo A administraron más CT/participante que los del grupo B ( $p = 0,006$ ).

Tanto la profundidad media como el porcentaje de CT con la profundidad adecuada fueron significativamente mayores ( $p < 0,001$ ) en el grupo B.

La frecuencia media fue significativamente menor ( $p < 0,001$ ) en el grupo B pero con un aumento también significativo ( $p < 0,001$ ) del porcentaje de CT con la frecuencia adecuada en ese mismo grupo.

Así mismo, el porcentaje de CT con reexpansión completa en el grupo B fue significativamente mayor ( $p < 0,001$ ).

En la variable compresión adecuada, que combina la profundidad, la frecuencia y la reexpansión de cada compresión, también se observa un mayor porcentaje en el grupo B ( $p < 0,001$ ).

Para estas variables, excepto para el porcentaje de compresiones adecuadas, la dispersión de los valores es menor para los datos obtenidos en el grupo B que en el A.

Tanto los valores medios de la frecuencia como los de profundidad de las CT administradas por el grupo B resultaron más ajustados a las recomendaciones ILCOR/ERC que los del grupo A (fig. 2).

Para la variable masaje de calidad se observó una mayor incidencia del valor «Sí» en el grupo B ( $p < 0,001$ ) (fig. 3).

En el análisis multivariante, solo la variable grupo de asignación se asocia estadísticamente con la de masaje de calidad ( $p = 0,002$ ) (tabla 3). La regresión logística binaria simple para la variable grupo, arrojó una OR = 5,170 (IC 95% 2,060-12,977;  $p < 0,001$ ), lo que equivale a que hay un 83,8% (IC 95% 67,3-92,8%) más de posibilidades de

**Tabla 1** Resultados del análisis de la homogeneidad de los grupos de asignación

	Muestra	(A) Sin CPRmeter	(B) Con CPRmeter	p
<i>n</i>	88	46	42	
Edad (años)	40,5 ± 10,0	42,1 ± 10,1	38,9 ± 9,7	0,133
Altura (m)	1,63 ± 0,073	1,63 ± 0,07	1,64 ± 0,08	0,514
Peso (kg)	60,0 [17]	59,0 [16]	60,0 [19]	0,436
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,1 ± 3,4	22,7 ± 3,1	23,6 ± 3,7	0,174
Años de profesión	13,4 ± 9,4	15,1 ± 9,9	11,5 ± 8,6	0,072
<b>Sexo</b>				
Mujer	65 (73,9)	37 (80,4)	28 (66,7)	0,142
<b>Actividad física</b>				
Nunca	16 (18,2)	10 (21,7)	6 (14,3)	0,365
Ocasionalmente	38 (43,2)	16 (34,8)	22 (52,4)	0,096
Regularmente	34 (38,6)	20 (43,5)	14 (33,3)	0,329
<b>Profesión</b>				
Médico	18 (20,5)	11 (23,9)	7 (16,7)	0,400
Enfermera	44 (50,0)	22 (47,8)	22 (52,4)	0,672
TCAE	26 (29,5)	13 (28,3)	13 (31,0)	0,782
<b>Servicio</b>				
Baja incidencia RCP	62 (70,5)	33 (71,7)	29 (69,0)	0,782
<b>Formación RCP</b>				
No	16 (18,2)	8 (17,4)	8 (19,0)	0,841
Taller RCP	23 (26,1)	13 (28,3)	10 (23,8)	0,635
Curso SVB	14 (15,9)	5 (10,9)	9 (21,4)	0,176
Curso SVBI	21 (23,9)	12 (26,1)	9 (21,4)	0,609
Curso SVA	14 (15,9)	8 (17,4)	6 (14,3)	0,691

Las cifras expresan n individuos (porcentaje válido), media ± desviación estándar o mediana [intervalo intercuartílico].

IMC: índice de masa corporal; RCP: resucitación cardiopulmonar; SVA: soporte vital avanzado; SVB: soporte vital básico; SVBI: soporte vital básico-instrumentalizado; TCAE: Técnico en Cuidados Auxiliares de Enfermería.

realizar un masaje de calidad con el empleo del CPRmeter® que sin él.

## Discusión

En este estudio se ha analizado el papel que pueden desempeñar los dispositivos de retroalimentación en tiempo real, específicamente el dispositivo CPRmeter® de Laerdal, en una hipotética mejora de la calidad de las

compresiones torácicas realizadas como tratamiento de la PCR en el ámbito hospitalario, es decir, practicadas por personal sanitario. Este aspecto puede considerarse uno de los puntos fuertes de esta investigación, ya que si bien es cierto que en los últimos años se ha multiplicado la producción científica en lo que atañe a todo lo que rodea a la PCR, no es menos cierto que el foco se ha centrado más en las PCR que ocurren fuera de los hospitales. Baste señalar que si se realiza una búsqueda bibliográfica en la base de datos Pubmed con los términos «cardiopulmonary resuscitation

**Tabla 2** Contraste de los datos obtenidos de las compresiones del masaje cardiaco externo

	(A) Sin CPRmeter	(B) Con CPRmeter	Diferencia (B-A)	p
CT/participante	472,9 ± 97,9	442,1 ± 29,5	-30,8 (0,4-61,2)	0,006
Profundidad (mm)	42,1 ± 10,1	51,2 ± 5,9	9,2 (5,7-12,7)	< 0,001
Porcentaje de CT con profundidad adecuada	21,3 ± 31,0	53,4 ± 29,2	32,1 (19,3-44,9)	< 0,001
Frecuencia (min <sup>-1</sup> )	121,3 ± 21,6	111,9 ± 6,4	-9,4 (2,7-16,1)	< 0,001
Porcentaje de CT con frecuencia adecuada	24,5 ± 33,5	73,4 ± 18,0	48,9 (37,6-60,2)	< 0,001
Porcentaje de CT con reexpansión completa	71,2 ± 36,9	92,9 ± 10,1	21,7 (10,3-33,1)	0,009
Porcentaje de CT adecuadas	3,6 ± 8,1	37,1 ± 26,5	33,5 (24,9-42,1)	< 0,001

Las cifras expresan media ± desviación estándar o valor de la diferencia (intervalo de confianza al 95%).

CT: compresiones torácicas.

**Tabla 3** Análisis multivariante para la variable masaje de calidad

	$\beta$	OR	IC95%	p
<i>Sexo</i>	0,509	1,663	0,250–11,064	0,599
<i>Edad (años)</i>	0,004	1,004	0,929–1,084	0,926
<i>Peso (kg)</i>	0,198	1,219	0,605–2,454	0,580
<i>Altura (m)</i>	–16,808	0,000	0,000–3.279,656	0,523
<i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i>	–0,604	0,547	0,079–3,782	0,541
<i>Ejercicio</i>				
Ocasionalmente	0,652	1,919	0,299–12,338	0,492
Regularmente	0,756	2,130	0,544–8,342	0,278
<i>Profesión</i>				
Enfermera	–0,070	0,932	0,139–6,256	0,942
TCAE	0,800	2,227	0,520–9,527	0,280
<i>Tiempo trabajado</i>	–0,056	0,945	0,867–1,030	0,200
<i>Incidencia PCR</i>	0,213	1,238	0,229–6,705	0,804
<i>Formación</i>				
Taller de RCP	0,136	1,146	0,154–8,507	0,894
SVB	0,479	1,614	0,227–11,496	0,633
SVBI	–0,666	0,514	0,058–4,588	0,551
SVA	–0,847	0,429	0,060–3,055	0,398
<i>Grupo de asignación</i>	1,848	6,349	2,012–20,037	0,002

Categorías de referencia: sexo: hombre; ejercicio: nunca; profesión: médico; incidencia de PCR: baja; formación no. IC95%: intervalo de confianza al 95%; IMC: índice de masa corporal; OR: odds ratio; RCP: resucitación cardiopulmonar; SVA: soporte vital avanzado; SVB: soporte vital básico; SVBI: soporte vital básico-instrumentalizado; TCAE: Técnico en Cuidados Auxiliares de Enfermería.

in-hospital» o «cardiopulmonary resuscitation out-of-hospital» acotándola para los últimos 5 años, se obtienen 442 referencias para la primera y 1.017 para la segunda (en el momento de realización de este estudio). Esto implica que la mayor parte de los estudios se refieren a las PCR atendidas en primera instancia por personal lego o paramédico, que es quien suele atender dichos casos en el ámbito anglosajón al que se refiere la mayoría de los artículos referenciados, no por personal sanitario que es quien habitualmente atiende estos episodios en nuestro medio hospitalario, por lo que ambos escenarios pudieran ser difícilmente extrapolables.

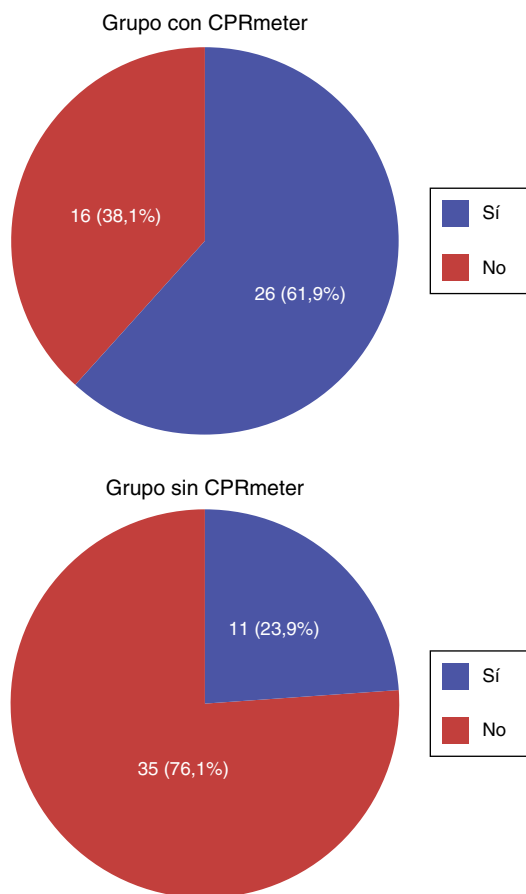
También nos parece destacable la elección de la variable masaje de calidad como la central del estudio. Esto se hizo así porque quisimos dar al estudio un sentido más clínico que meramente estadístico o numérico, por lo que nos pareció conveniente, a partir de los datos numéricos de cada compresión recogidos en la tarjeta del dispositivo, definir una variable que ofreciera una imagen global de la calidad del masaje cardiaco en su conjunto, no de la perfección «milimétrica» de cada compresión.

Por último, en lo que se refiere a los puntos fuertes de esta investigación, creemos que podemos destacar el escenario en el que se desarrolla la simulación, con compresiones torácicas sin interrupción, ya que según nos enseña nuestra experiencia es lo que más se aproxima a la realidad cotidiana en nuestro entorno, y así, observamos que, fuera de los servicios con alta incidencia de PCIH, el personal que atiende inicialmente la PCR es renuente a realizar el boca a boca y ante la poca experiencia en el manejo del balón autoinflable de resucitación, opta por mantener la

resucitación solo con el masaje cardiaco externo hasta la llegada del equipo de SVA.

En cuanto a las limitaciones de nuestro estudio, podemos señalar dos. La primera es que se trata de un estudio experimental abierto, ya que por la propia naturaleza del estudio no era posible que fuera ciego, pero la posibilidad de sesgos se ve muy limitada al tratarse de un dispositivo que recoge datos objetivos, por lo que no es posible la manipulación por parte de los investigadores. La principal limitación de nuestra investigación es que se trata de un estudio realizado con simuladores, y aunque se realizó así por obvias razones éticas, no es menos cierto que deja pendiente comprobar si es posible su extrapolación a la práctica clínica, es decir, la influencia que puede tener el uso de dispositivos de retroalimentación en PCR reales, para lo cual es importante fijarse en dos aspectos: el retorno a la circulación espontánea (RCE) que mide el éxito de las maniobras de resucitación, y la supervivencia al alta que es un indicador del éxito de las maniobras y de los cuidados posresucitación.

Paradójicamente aunque sabemos que existe una relación directa entre la calidad del masaje cardiaco y la consecución del RCE<sup>10</sup> y, como hemos visto, que el uso de dispositivos de ayuda al masaje se asocia con una mayor adecuación de las compresiones a las recomendaciones ILCOR, aun no se ha determinado si el empleo de estos dispositivos en PCR reales determina unas mejores tasas de RCE y de supervivencia al alta<sup>11</sup>. Entre las posibilidades que se apuntan para que esto sea así está el que los resultados exitosos de una RCP se relacionan, además de con cuestiones que podríamos denominar como «técnicas» entre las que se encontrarían la calidad de las compresiones, pero



**Figura 3** Distribución de la variable masaje de calidad según el grupo de asignación.

también, el ritmo de la parada, el tipo de monitor-desfibrilador disponible, etc., con otras de tipo «no técnico» como el tratamiento interdisciplinar de la parada, el liderazgo, la puesta en común posparada, etc. Además hay que añadir que aún desconocemos cuáles son los parámetros de las compresiones más eficaces a la hora de lograr el RCE. Así, hay evidencias de que una profundidad de compresiones menor de 38 mm se relaciona con una menor supervivencia<sup>8</sup>, pero la profundidad óptima pudiera depender de circunstancias como el tamaño del paciente, la frecuencia de las compresiones o características ambientales como la superficie de apoyo<sup>3</sup>. Tampoco conocemos con exactitud la frecuencia más adecuada, aunque hay estudios que concluyen que frecuencias entre 100 y 120 min<sup>-1</sup> proporcionan las mejores tasas de RCE y frecuencias por debajo de 100 min<sup>-1</sup> se relacionan con un descenso de esas tasas y superiores a 120 min<sup>-1</sup> podrían producir un descenso en el flujo coronario<sup>8</sup>, además de producir un descenso en la profundidad de las compresiones. Un reciente metaanálisis<sup>7</sup>, sitúa el intervalo óptimo de la frecuencia entre 80 y 100 min<sup>-1</sup>.

Los resultados de este estudio coinciden con los de otros precedentes al concluir que los parámetros del masaje cardíaco durante la RCP, mejoran con el empleo de algunos de los diversos dispositivos de retroalimentación existentes, aunque es cierto que existen diferencias importantes a la hora de cuantificar dicha mejora. Estas diferencias pueden deberse a la variabilidad intrínseca de las maniobras

de RCP, diferentes diseños del estudio, distintos dispositivos empleados o a la definición de la variable central del estudio. Así, el estudio de Skorning et al.<sup>12</sup>, que al igual que este, se realizó con profesionales sanitarios y con un prototipo de CPRmeter®, realiza una prueba pre-pos para cada participante (con o sin dispositivo) constatando la mejora en los parámetros de la RCP, pero con una media en la profundidad y frecuencia de las compresiones menor que en este estudio, ya que se realizó con las recomendaciones ILCOR de 2005 por lo que el dispositivo definía como adecuadas una profundidad de entre 38 y 51 mm y una frecuencia entre 90 y 120 min<sup>-1</sup>.

Lo mismo puede decirse del estudio aleatorizado de Pozner et al.<sup>13</sup> de 2011 realizado solo con enfermeras formadas en RCP, pero sin incluir enfermeras de medicina intensiva, de un centro médico universitario y con el empleo de un acelerómetro como dispositivo de control, que sitúa el umbral de las buenas compresiones en más de 3,8 cm de profundidad (sin límite superior) y una frecuencia entre 90 y 100 min<sup>-1</sup>; es decir, con las recomendaciones de 2005. En estas circunstancias refiere un porcentaje de buenas compresiones del 81,4 ± 22%, muy superior al de esta investigación, pero claramente superior al del grupo de control, 10,4 ± 21,9%, reflejando la mejora en las compresiones con el uso del dispositivo.

Una vez plenamente implantadas las recomendaciones de 2010, en el año 2013, Bulèon et al.<sup>14</sup>, vuelven a mostrar, con el mismo dispositivo de este estudio, y en una muestra de estudiantes sin experiencia en RCP, el aumento de calidad en las compresiones torácicas durante la RCP obtenida con el empleo del dispositivo (71% en el grupo de intervención frente al 26% del grupo control), pero de nuevo considera adecuadas las compresiones con unas características inapropiadas para las últimas recomendaciones: profundidad mayor de 38 mm y frecuencia entre 90 y 120 min<sup>-1</sup>.

Un estudio más similar al aquí expuesto, al menos en los valores de referencia para las compresiones de calidad, es el de Semerano et al.<sup>15</sup>, los cuales, en un estudio aleatorizado con 80 participantes voluntarios, sanitarios y no sanitarios, pero con formación en RCP, empleando el sensor de movimiento Kinect® de Microsoft (Redmond, Estados Unidos), obtienen los siguientes datos: compresiones adecuadas 35,78% en el grupo de intervención frente a 7,27% del grupo control, frecuencia adecuada 72,04% frente a 31,42% y profundidad adecuada 47,34% frente a 24,87%, similares a los de este estudio (37,1, 73,4 y 51,2% respectivamente).

Estos resultados se contradicen con la investigación de Zapletal et al.<sup>16</sup> que en su estudio aleatorizado con 240 estudiantes de medicina formados en soporte vital básico, analizando 3 dispositivos de retroalimentación, entre ellos el CPRmeter®, llegan a la conclusión de que este no mejoraba la calidad de la RCP, pese a obtener unos valores de las compresiones con el dispositivo similares a los de este estudio y el de Semerano et al.; compresiones adecuadas 32% (Semerano 35,78%, este estudio 37,1%), frecuencia 112 min<sup>-1</sup> (Semerano 112,1 min<sup>-1</sup>, este estudio 111,9 min<sup>-1</sup>) y profundidad 59 mm (Semerano 53,27 mm, este estudio 51,2 mm). La conclusión a la que llegan Zapletal et al. puede deberse a los buenos resultados conseguidos por los participantes en su actuación sin la ayuda del dispositivo; compresiones adecuadas 35% (Semerano 7,27%, este estudio 3,6%), frecuencia 113 min<sup>-1</sup> (Semerano 98,39 min<sup>-1</sup>,



este estudio 121,3 min<sup>-1</sup>) y profundidad 59 mm (Semerano 43,94 mm, este estudio 42,1 min<sup>-1</sup>). Esta circunstancia puede venir dada porque antes de las mediciones del estudio todos los participantes se familiarizaron con los tres dispositivos siguiendo una formación en 4 etapas, la última de las cuales consistió en practicar bajo supervisión con uno de los dispositivos o sin él, según el grupo de asignación, hasta que declararon que se sentían lo suficientemente capacitados.

Así las cosas, el metaanálisis de Kirkbright et al.<sup>11</sup> publicado en 2014, tras seleccionar y analizar 20 citaciones relevantes de estudios con humanos o con maniqués, publicados entre 1995 y 2012, aclara esta cuestión al señalar que los estudios presentaron pruebas de que la retroalimentación en tiempo real permite a los profesionales aproximarse más a las recomendaciones sobre soporte vital y, aunque no hubo una mejoría uniforme en las variables de RCP en todos los estudios, hay evidencias que sugieren que los dispositivos de retroalimentación audiovisuales pueden ayudar a un reanimador a proporcionar compresiones más profundas y a una frecuencia cercana a la recomendada mientras se produce la RCP.

Las conclusiones obtenidas en este trabajo plantean dos posibles líneas de futuras investigaciones. Por un lado es preciso continuar investigando sobre cuáles son los valores de las compresiones que proporcionan mejores resultados de la RCP tanto en RCE como en supervivencia al alta. En este tipo de investigaciones resulta fundamental el poder comparar resultados de distintos trabajos, para lo que es imprescindible reducir en lo posible la variabilidad individual de los participantes a la hora de realizar las maniobras de RCP y contar con datos mensurables. En estos dos aspectos los dispositivos de retroalimentación pueden ser de gran ayuda.

La otra línea de investigación que puede plantearse, y que no ha sido abordada en esta investigación al tratarse de un estudio transversal, es la utilidad de estos dispositivos en el aprendizaje de la RCP; si aumentan las habilidades de los participantes con el uso de estos dispositivos y si esas habilidades permanecen a lo largo del tiempo.

En resumen, de este estudio se desprende que, dentro del hospital y entre el personal sanitario, el uso del dispositivo CPRmeter® en la simulación de una RCP, se relaciona con una mayor calidad del masaje cardiaco externo frente a la calidad obtenida sin el empleo de este dispositivo de retroalimentación, consiguiendo una mayor aproximación a las recomendaciones ILCOR/ERC y disminuyendo la variabilidad individual del masaje. Los beneficios de su uso son independientes de las características demográficas, antropométricas, profesionales y laborales de los participantes. Hay un 83,8% más de posibilidades de lograr un masaje de calidad con el uso del dispositivo que sin él.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, Antonelli M. In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. *Intensive Care Med.* 2007;237-45.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Registro de Altas de los Hospitales Generales del Sistema Nacional de Salud. CMBD. Norma Estatal Año 2012. Madrid. [actualizada 10 Nov 2014; consultado 8 Ene 2014]. Disponible en [http://www.mssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/docs/TablasSIAE2012/Estad\\_de\\_SIAE\\_2012\\_nacionales\\_1.xls](http://www.mssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/docs/TablasSIAE2012/Estad_de_SIAE_2012_nacionales_1.xls)
- Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, Christenson J, Caen AR, Bhanji F, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality: improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2013;417-35.
- Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, Caballero A, Cassan P, Castrén M, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation.* 2010; 1277-92.
- Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, Sørebo H, Svensson L, Fellows B, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA.* 2005;299-304.
- Aufderheide TP, Pirralo RG, Yannopoulos D, Klein JP, von Briesen C, Sparks CW, et al. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation.* 2005; 353-62.
- Wallace SK, Abella BS, Becker LB. Quantifying the effect of cardiopulmonary resuscitation quality on cardiac arrest outcome. A systematic review and meta-analysis. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes.* 2013(6): 148-56.
- Stiell IG, Brown SP, Christenson J, Cheskes S, Nichol G, Powell J, et al. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation? *Crit Care Med.* 2012;1192-8.
- Idris AH, Guffey D, Aufderheide TP, Brown S, Morrison LJ, Nichols P, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation.* 2012; 3004-12.
- Lukas RP, Gräsner JT, Seewald S, Lefering R, Weber TP, Van Aken H, et al. Chest compression quality management and return of spontaneous circulation: A matched-pair registry study. *Resuscitation.* 2012;1212-8.
- Kirkbright S, Finn J, Tohira H, Bremner A, Jacobs I, Celenza A. Audiovisual feedback device use by health care professionals during CPR: A systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised trials. *Resuscitation.* 2014; 460-71.
- Skorning M, Beckers SK, Brokmann JC, Rörtgen D, Bergrath S, Veiser T, et al. New visual feedback device improves performance of chest compressions by professionals in simulated cardiac arrest. *Resuscitation.* 2010;53-8.
- Pozner CN, Almozlino A, Elmer J, Poole S, McNamara D, Barash D. Cardiopulmonary resuscitation feedback improves the quality of chest compression provided by hospital health care professionals. *Am J Emerg Med.* 2011;618-25.
- Buléon C, Parianti J-J, Halbout L, Arrot X, De Facq Régent H, Chelarescu D, et al. Improvement in chest compression quality using a feedback device (CPRmeter): a simulation randomized crossover study. *Am J Emerg Med.* 2013;1457-61.
- Semeraro F, Frisoli A, Loconsole C, Bannò F, Tammaro G, Imbriaco G, et al. Motion detection technology as a tool for cardiopulmonary resuscitation (CPR) quality training: A randomised crossover mannequin pilot study. *Resuscitation.* 2013; 501-7.
- Zapletal B, Greif R, Stumpf D, Nierscher FJ, Frantal S, Haugk M, et al. Comparing three CPR feedback devices and standard BLS in a single rescuer scenario: A randomised simulation study. *Resuscitation.* 2014;560-6.