



“IMPACTO DE LAS DIRECTRICES DE 2005 DE LA AMERICAN HEART ASSOCIATION ACERCA DE LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR Y DE LA ASISTENCIA CARDIOVASCULAR DE EMERGENCIA EN LA SUPERVIVENCIA DE LOS PACIENTES QUE SUFREN UNA PARADA CARDÍACA EN EL CONTEXTO EXTRAHOSPITALARIO”

LAS DIRECTRICES 2005 PARA LA ATENCIÓN A LA PARADA CARDÍACA supusieron una cierta revolución en aspectos y conceptos clínicos que tradicionalmente se habían mantenido inamovibles¹. El peso que cobraba el masaje cardíaco y, en torno a éste, el ajuste del resto de medidas fue el eje principal.

Pero, ¿su implementación en la práctica clínica diaria se traduce en una mayor supervivencia de los pacientes? Esta pregunta clave la han respondido el Dr. Sayre y colaboradores que, en un complejo trabajo, han comparado 2 cohortes de pacientes atendidos por parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria (PCEH) de acuerdo a las recomendaciones internacionales de los años 2000 y 2005, respectivamente. El resultado encontrado ha sido una mejora notable para las recomendaciones de 2005, tanto en los parámetros que evalúan la calidad de la reanimación cardiopulmonar (RCP) practicada como en sus resultados finales, en la supervivencia al alta hospitalaria. Ambos aspectos son congruentes entre sí, y es esperable que mejorando el proceso se mejore el resultado, y responden a su vez a la razón fisiopatológica que movió al cambio en las recomendaciones, el mantenimiento de una presión de perfusión constante y suficiente el mayor tiempo posible durante la reanimación^{2,3}.

En este trabajo son muy destacables 2 aspectos. Fundamentalmente, la constatación de que una RCP de calidad conduce a un aumento de la supervivencia de los pacientes y, por otro lado, pero no menos importante, la sencillez en la incorporación de unas mejores prácticas clínicas en la asistencia diaria. Como los propios autores reconocen, hay limitaciones en su trabajo. Al ser un registro y no un ensayo, no se puede asignar causalidad plena a su hipótesis, pues, a pesar de ajustar por las principales variables confundentes, siempre existe la posibilidad de que otros factores no controlados hayan influido en el resultado final⁴. También hay otros matices, como la posible etiología de la parada, donde hay una menor homogeneidad entre los grupos estudiados, no esperable inicialmente por factores epidemiológicos. Quizás hubiera sido acon-

sejable excluir la etiología traumática o bien dedicarle un comentario aparte. También se echa en falta un comentario acerca del incremento de supervivencia en los ritmos de inicio no desfibrilables, asistolia y actividad eléctrica sin pulso, cuya asistencia no tuvo representación en los registros de conveniencia para el análisis de la calidad de la RCP. Por último, dado que eran pocos pacientes, se hubiese agradecido saber si los que recibieron desfibrilación previa por testigos o hipotermia en el hospital estaban en el grupo de supervivientes al alta.

En todo caso, estas precisiones no cambian el sentido básico del artículo ni su importancia, ya que su mayor virtud es demostrar, con un excelente y difícil trabajo, que una adecuación de los procesos de asistencia puede mejorar el resultado final y que puede hacerse siguiendo pautas sencillas de formación continuada.

En nuestro país no hay datos publicados similares. Este año estarán los primeros datos de unos 2.000 pacientes atendidos por PCR extrahospitalaria, con las recomendaciones ERC 2005, en una serie recogida en Andalucía desde enero de 2008. Está previsto que se recoja una cohorte similar a partir de la presentación oficial de las recomendaciones 2010. Será el momento de comprobar la eficacia de los planes de formación y su traslación a la asistencia diaria.

Bibliografía

1. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2005;112 Suppl:IV-1-203.
2. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Ewy GA. Efficacy of chest compression-only BLS CPR in the presence of an occluded airway. Resuscitation. 1998;39:179-88.
3. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. JAMA. 2005;293:299-304.
4. Gitt AK, Bueno H, Danchin N, Fox K, Hochadel M, Kearney P, et al. The role of cardiac registries in evidence-based medicine. Eur Heart J. 2010;31:525-9.

Fernando Rosell Ortiz^a y Ervigio Corral Torres^b

^aEmpresa Pública de Emergencias Sanitarias de Andalucía.

^bSAMUR-Protección Civil de Madrid.

IMPACTO DE LAS DIRECTRICES DE 2005 DE LA AMERICAN HEART ASSOCIATION ACERCA DE LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR Y DE LA ASISTENCIA CARDIOVASCULAR DE EMERGENCIA EN LA SUPERVIVENCIA DE LOS PACIENTES QUE SUFREN UNA PARADA CARDÍACA EN EL CONTEXTO EXTRAHOSPITALARIO

INTRODUCCIÓN

- La tasa de supervivencia en casos de parada cardíaca extrahospitalaria (PCEH) tratada por los servicios de emergencias médicas (SEM) en Estados Unidos sigue siendo inadecuada (6,4%).
- Diversas estrategias han demostrado que incrementan de manera espectacular la supervivencia:
 - La aplicación de la reanimación cardiopulmonar (RCP) por parte de los espectadores y el uso de un desfibrilador de acceso público son medidas que duplican aproximadamente las tasas de supervivencia en pacientes con PCEH.
 - La RCP de alta calidad, centrada en minimizar el tiempo que transcurre hasta que se inician las compresiones torácicas también mejora la supervivencia.
 - La aplicación de una hipotermia terapéutica de bajo nivel durante el período posreanimación mejora tanto la supervivencia hasta el alta hospitalaria como la recuperación neurológica a largo plazo.
- Las últimas directrices de la AHA relativas a la RCP y a la asistencia cardiovascular de emergencia (ACVE) fueron publicadas el 29 de noviembre de 2005 e insistían en la importancia de un soporte vital básico de alta calidad.
 - Reducir al mínimo las pausas en las compresiones torácicas, antes y después de la desfibrilación.
 - Aplicación de menos movimientos de ventilación.
 - Recuperación elástica completa del tórax.
 - Aplicación de una única descarga más que bloques de 3 descargas seguidas.
 - Alternancia cada 2 min de los profesionales que realizan las compresiones torácicas.
 - Retraso de la intubación endotraqueal para incrementar la fracción de tiempo durante el que la víctima de la parada cardíaca recibe compresiones torácicas de alta calidad.
- La mayor parte de las modificaciones entre las directrices sobre la RCP de 2000 y de 2005 estuvieron fundamentadas en la evidencia obtenida en estudios en personas, pero algunos de los cambios más importantes —como la modificación del cociente de compresiones y ventilaciones desde 15:2 hasta 30:2— se extrapolaron a partir de la evidencia obtenida en animales de experimentación o se recomendaron en función de la opinión de expertos.

OBJETIVO

Este estudio ha sido diseñado para evaluar el efecto de la implementación de las directrices de 2005 de la AHA respecto a la RCP y a la ACVE, en lo relativo a la calidad de la RCP y a la supervivencia de los pacientes que sufren una PCEH.

MÉTODOS

- Los casos que tuvieron lugar entre el 1 de abril de 2004 y el 31 de diciembre de 2005 se clasificaron como casos *predirectrices*, mientras que los que tuvieron lugar entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2007 fueron clasificados como casos *posdirectrices*.
- Durante el período de estudio presentó PCEH un total de 3.861 personas. De ellas, 1.681 cumplían los criterios de participación en el estudio.
- Entre los pacientes elegibles, en 838 se había intentado la reanimación durante el período predirectrices y en 1.021 durante el período posdirectrices. En total, 178 pacientes asignados al grupo AutoPulse del ensayo clínico ASPIRE se excluyeron del análisis de la supervivencia, lo que dejó 660 pacientes en el período predirectrices. En conjunto, del modelo final se excluyeron 18 de 1.681 participantes (1%).
- El intervalo mediano de respuesta entre el aviso al 911 y la llegada del primer vehículo del SEM a la localización del episodio fue de 5,1 (4,0-6,3) min, y este intervalo no se modificó durante el período de estudio. El percentil 90 del intervalo hasta la llegada de la primera respuesta fue de 8 min.
- La incidencia anual de episodios de PCEH tratados fue de 67,7 por 100.000 en lo relativo a todos los ritmos cardíacos iniciales, mientras que la incidencia respecto a los pacientes tratados con un ritmo inicial de fibrilación ventricular (FV) fue de 14,7 por 100.000.

RESULTADOS

- La supervivencia cruda respecto a la PCEH hasta la hospitalización fue mayor en el período posdirectrices (23 y 31%; cociente de posibilidades [CP] = 1,6; intervalo de confianza [IC] del 95%, 1,2-2,0).
- Las tasas no ajustadas de supervivencia hasta el alta hospitalaria en pacientes con PCEH fueron significativamente mayores durante el período posdirectrices que durante el período predirectrices, a pesar de las similitudes en todos los factores predictivos de la evolución (6,1 y 9,4%, respectivamente; CP = 1,6; IC del 95%, 1,1-2,4).
- La supervivencia hasta el alta hospitalaria en los casos de PCEH visualizada por testigos y correspondientes a pacientes que presentaban FV cuando llegó el SEM fue de 19 de 78 (24%) en el período predirectrices y de 34 de 112 (30%) en el período posdirectrices (CP = 1,4; IC del 95%, 0,7-2,6).
- La fracción sin flujo (*no-flow fraction*) en el grupo predirectrices fue de 0,6 y esta cifra mejoró hasta 0,4 en el grupo posdirectrices, con una diferencia de 0,12 (IC del 95%, 0,05-0,19).
- La tasa media de compresiones torácicas (definida como la frecuencia de las series de compresiones torácicas) en el grupo predirectrices fue de 100 y esta cifra aumentó hasta 115 en el grupo posdirectrices (diferencia de 15; IC del 95%, 4-27).
- La RCP consistió en la aplicación de un total aproximado de 253 descargas de desfibrilación. Las pausas en las compresiones torácicas antes y después de la administración de una descarga fueron significativamente más breves en el período posdirectrices.
- La pausa mediana en las compresiones previas a la aplicación de una descarga pasó de 23 s en el período predirectrices a 16,5 s tras la implantación de las directrices de 2005 ($p = 0,013$). La pausa mediana posdescarga se acortó desde 16,5 s en el período predirectrices hasta 8 s en el período posdirectrices ($p = 0,001$).

CONCLUSIONES

- Los parámetros de la calidad de la RCP mostraron una mejoría significativa en el período posdirectrices.
- El padecimiento de la PCEH en el período posdirectrices se asoció a una probabilidad de supervivencia 1,8 veces mayor que la correspondiente al período predirectrices (IC del 95%, 1,2-2,7), tras el ajuste respecto al ritmo inicial, el sexo del paciente, la posibilidad de que el episodio hubiera sido visualizado y la localización del incidente.
- En todos los grupos de pacientes mejoró la evolución durante el período posdirectrices, incluyendo los pacientes que presentaron inicialmente FV y actividad eléctrica sin pulso.

PARADA CARDÍACA

IMPACTO DE LAS DIRECTRICES DE 2005 DE LA AMERICAN HEART ASSOCIATION ACERCA DE LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR Y DE LA ASISTENCIA CARDIOVASCULAR DE EMERGENCIA EN LA SUPERVIVENCIA DE LOS PACIENTES QUE SUFREN UNA PARADA CARDÍACA EN EL CONTEXTO EXTRAHOSPITALARIO

Michael R. Sayre, MD; Sarah A. Cantrell, MS; Lynn J. White, MS; Brian C. Hiestand, MD, MPH; David P. Keseg, MD, y Shawn Koser, EMT-P

RESUMEN

Objetivo. Describir las modificaciones en la supervivencia de los pacientes que han sufrido una parada cardíaca extrahospitalaria (PCEH), antes y después de la aplicación de las directrices de 2005 de la American Heart Association (AHA) relativas a la reanimación cardiopulmonar (RCP) y a la asistencia cardiovascular de emergencia (ACVE). **Métodos.** Los datos fueron extraídos a partir de un registro de PCEH correspondiente a 1.681 casos adultos de parada cardíaca tratados por un sistema de servicios de emergencias médicas (SEM) entre el 1 de abril de 2004 y el 31 de diciembre de 2007, en una ciudad grande (población en 2005, 730.657 ha-

Recibido el 12 de marzo de 2009 por parte del Department of Emergency Medicine, The Ohio State University (MRS, SAC, LJW, BCH, DPK), Columbus, Ohio, y la Columbus Division of Fire (DPK, SK), Columbus, Ohio. Revisión recibida el 28 de abril de 2009; aceptado para publicación el 30 de abril de 2009.

Presentado en el Resuscitation Science Symposium, New Orleans, Louisiana, en noviembre de 2008.

ZOLL Medical ofreció financiación para la investigación durante 2004 y 2005 (MRS, SAC, LJW); Medtronic Foundation ofreció financiación para la investigación durante 2006 (MRS, SAC, LJW) y también financiación para el trabajo correspondiente al análisis de los datos (BCH); Medtronic Physio-Control prestó un monitor-desfibrilador durante el período 2005-2008, proporcionó un programa informático para el análisis del ECG y corrió con los gastos de viajes correspondientes a 2004 y 2006 (MRS, LJW); Medivance ofreció financiación para la investigación durante el período 2005-2007, en el contexto de un estudio sobre la aplicación hospitalaria de la hipotermia terapéutica (MRS, SAC, LJW); Take Heart America ofreció apoyo para la obtención y el análisis de los datos (SAC, LJW), y el programa Emergency Cardiovascular Care de la American Heart Association corrió con los gastos correspondientes a viajes en el período 2004-2008 (MRS).

Dirección para correspondencia y solicitud de separatas: Michael R. Sayre, MD, 456 W 10th Ave, Room 4821, Columbus, OH 43210. Correo electrónico: michael.sayre@osumc.edu

doi: 10.1080/10903120903144965

bitantes). El criterio principal de valoración fue la supervivencia hasta el alta hospitalaria. Se revisó una muestra de conveniencia constituida por 69 electrocardiogramas electrónicos para evaluar los parámetros de calidad de la RCP, utilizando para ello el análisis de la onda de impedancia durante los períodos correspondientes. **Intervención.** Implementación de las directrices de 2005 de la AHA respecto a la RCP y a la ACVE en la primavera de 2006. **Resultados.** La tasa de incidencia anual de casos de PCEH tratados fue de 68/100.000 y la tasa de incidencia de casos de fibrilación ventricular (FV) tratados fue de 15/100.000. Los espectadores realizaron la RCP en el 28% de los casos. El uso de un desfibrilador externo automatizado público fue < 2% a lo largo de todo el estudio y el número de pacientes que recibieron el tratamiento de hipotermia fue escaso. Las tasas de supervivencia respecto a la PCEH no ajustadas fueron significativamente mayores en el período posterior a la implementación de las directrices, con un 9,4% (n = 1.021), en comparación con el período previo a la implementación de las directrices, con un 6,1% (n = 660), a pesar de las similitudes en todos los elementos predictivos de evolución (cociente de posibilidades, 1,6; intervalo de confianza [IC] del 95%, 1,1-2,4). La supervivencia respecto a la PCEH visualizada por testigos en el caso de las víctimas de FV a la llegada del SEM fue de 19 de 78 (24%) en el período previo a la implementación de las directrices y de 34 de 112 (30%) en el período posterior a la implementación de las directrices (odds ratio: 1,4; IC del 95%, 0,7-2,6). Los parámetros de calidad de la RCP presentaron una mejoría significativa en el período posterior a la implementación de las directrices. La fracción media de ausencia de flujo en el grupo previo a la implantación de las directrices fue de 0,46 y esta cifra se redujo hasta 0,34 en el período posterior a la implementación de las directrices, lo que representa una diferencia de 0,12 (IC del 95%, 0,05-0,19). En el análisis de regresión multivariado con ajuste de los factores predictivos significativos de la supervivencia se demostró que la PCEH en el período posterior a la implementación de las directrices se asoció a una probabili-

dad de supervivencia 1,8 veces mayor, en comparación con el período anterior a la implementación de las directrices (IC del 95%, 1,2-2,7). **Conclusión.** En este estudio de gran envergadura se ha demostrado una mejoría sustancial en las tasas de supervivencia globales respecto a la PCEH tras la implementación de las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE. Estos cambios se asociaron a un incremento en la calidad de la RCP. **Palabras clave:** reanimación cardiopulmonar; parada cardíaca; desfibrilación; servicios de emergencias médicas; directrices

PREHOSPITAL EMERGENCY CARE 2009;13:469-77

INTRODUCCIÓN

La parada cardíaca extrahospitalaria (PCEH) es un problema importante de salud pública que se cobra la vida de más de 175.000 norteamericanos cada año¹. Se ha estimado que la tasa de supervivencia en casos de PCEH tratada por los servicios de emergencias médicas (SEM) en Estados Unidos es de aproximadamente el 6,4%¹. Esta tasa se considera de manera universal inadecuada, especialmente después de que se haya demostrado que hay diversas estrategias que incrementan de manera espectacular la supervivencia cuando se ponen en marcha iniciativas concertadas². Por ejemplo, la aplicación de la reanimación cardiopulmonar (RCP) por parte de los espectadores y el uso de un desfibrilador de acceso público (DAP) son medidas que duplican aproximadamente las tasas de supervivencia en pacientes con PCEH^{3,4}. La RCP de alta calidad, centrada en minimizar el tiempo que transcurre hasta que se inician las compresiones torácicas también mejora la supervivencia^{2,5-7}. La aplicación de una hipotermia terapéutica de bajo nivel durante el período posreanimación mejora tanto la supervivencia hasta el alta hospitalaria como la recuperación neurológica a largo plazo⁸⁻¹¹. Implementadas de manera simultánea, estas estrategias podrían incrementar de forma sustancial las tasas de supervivencia en los pacientes que sufren una PCEH.

Las directrices de 2005 de la American Heart Association (AHA) relativas a la RCP y a la asistencia cardiovascular de emergencia (ACVE) estuvieron fundamentadas en la mejor evidencia científica existente en ese momento y perseguían el incremento de la supervivencia en las víctimas de cuadros de parada cardíaca súbita¹². Entre las recomendaciones principales contenidas en las directrices de 2005 de la AHA estaba la modificación de la proporción compresión-ventilación desde 15:2 hasta 30:2. Esta nueva proporción incrementó el porcentaje de tiempo durante el que la víctima recibía compresiones torácicas y, junto con otras modificaciones aplicadas para reducir las pausas en las compresiones, dio lugar a períodos sostenidos y más prolongados de una perfusión cerebral mayor en modelos animales de parada cardíaca¹³. A pesar de que no hay

prácticamente ningún tipo de evidencia procedente de estudios de investigación clínica sobre personas con parada cardíaca, las modificaciones de 2005 relativas a la RCP fueron asumidas con la esperanza de que los resultados obtenidos en los modelos animales de parada cardíaca súbita fueran extrapolables al ser humano. Nuestro estudio fue diseñado para evaluar el efecto de la implementación de las directrices de 2005 de la AHA respecto a la RCP y a la ACVE, en lo relativo a la calidad de la RCP y a la supervivencia de los pacientes que sufren una PCEH.

MÉTODOS

En el estudio se comparó la supervivencia tras PCEH antes y después que la implementación de las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE, en el contexto del sistema SEM de Columbus, Ohio (población en 2005, 730.657 personas), con una edad media de 30,6 años. Las personas que residen en esta ciudad son atendidas por un único sistema SEM relacionado con el departamento de bomberos y que ofrece todas las respuestas SEM de soporte vital avanzado con presencia de, al menos, 1 profesional de la emergencia prehospitalaria en todos los camiones de bomberos y de 2 profesionales de la emergencia prehospitalaria en todas las ambulancias. En todos los casos de parada cardíaca responden un vehículo de bomberos y una ambulancia. La totalidad de los aproximadamente 1.500 bomberos poseen certificación de técnicos de emergencias médicas (TEM) de nivel básico (EMT-Bs) que atienden a los pacientes, y alrededor de 650 también poseen certificación como profesionales de la emergencia prehospitalaria por parte del estado de Ohio. Todos los vehículos de emergencias están equipados con desfibriladores manuales (LifePak 12, Medtronic Physio-Control Corp., Redmond, WA). El sistema SEM, que atiende a una superficie de 575,5 km² de la ciudad, respondió en 2006 a 92.929 avisos.

Participantes

La población estudiada estuvo constituida por todos los adultos (edad > 18 años) con PCEH que fueron tratados por el SEM de Columbus mediante RCP o desfibrilación. No fueron incluidos en el estudio las víctimas que habían sido tratadas únicamente por agencias de SEM privadas, tal como la correspondiente al aeropuerto de la ciudad.

Intervención

Durante los años 2004 y 2005 el sistema SEM atendió a las víctimas de PCEH según las directrices de 2000 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE, con la única excepción de que previamente al primer intento de desfibrilación se aplicaron medidas de RCP durante 2 min¹⁴.

Antes de la publicación de las directrices de 2005 de la AHA, la agencia SEM participó en un ensayo clínico multicéntrico y prospectivo relacionado con el uso de un dispositivo de RCP¹⁵. Durante la primavera de 2004, que representa el inicio del período control respecto al estudio presente, todos los profesionales del SEM recibieron una formación adicional sobre la RCP como parte de un curso de orientación relacionado con el estudio efectuado sobre el dispositivo de RCP¹⁵. Esta formación se centró principalmente en el uso del dispositivo estudiado y no incluyó de manera deliberada una formación anual de reciclaje acerca de la RCP. Sin embargo, se insistió en la importancia de la aplicación de compresiones torácicas adecuadas para el mantenimiento de las perfusiones cardíaca y cerebral.

Las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE fueron publicadas el 29 de noviembre de 2005¹². En el contexto del sistema SEM de Columbus, las modificaciones formales en el protocolo de los profesionales de la emergencia prehospitalaria recogidas en las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE se aplicaron a partir de julio de 2006. Este sistema siguió recomendando la aplicación de maniobras de RCP durante 2 min antes del primer intento de desfibrilación. La formación respecto al protocolo actualizado de tratamiento de la parada cardíaca se llevó a cabo a través del programa habitual de educación continuada del SEM. Durante la primera mitad de 2006, antes de la implementación de las modificaciones en el protocolo, alrededor de 125 supervisores profesionales de la emergencia prehospitalaria asistieron a una actualización en la que se describían las modificaciones introducidas por las directrices. Durante el período posterior a la publicación de las directrices, la agencia SEM no participó en ningún estudio de investigación y tampoco se realizó ningún curso formativo adicional sobre RCP, aparte de la formación sistemática en soporte vital básico (BLS, *basic life support*) progresivo/soporte vital cardíaco avanzado (ACLS, *advanced cardiac life support*).

Durante todo el período de estudio, antes y después de la implementación de las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE, se dedicaron mensualmente 3 días a la educación sobre asistencia cardíaca en las instalaciones docentes del departamento de bomberos, y entre estas actividades estuvo el curso Basic Life Support Health Care Provider (BLS-HCP) de la AHA. Los aproximadamente 1.500 bomberos pertenecientes al sistema asistieron a los cursos formativos en una ocasión cada 3 semanas y en todos ellos se programó la finalización del curso BLS-HCP de la AHA de 2006 para julio de 2009. En octubre de 2006, 2 educadores del SEM visitaron cada una de las 34 estaciones de bomberos que componían el sistema y propusieron diversos escenarios de parada cardíaca utilizando para ello simuladores de pacientes, con formación de aproximadamente 300 profesionales del SEM.

Los profesionales de la emergencia prehospitalaria obtienen una renovación de la certificación del curso ACLS de la AHA cada 2 años. El curso ACLS de la AHA de 2006, en el que se incluyeron las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE, fue introducido en el SEM de Columbus en enero de 2007. Para finales de 2007, 367 profesionales de la emergencia prehospitalaria (más de la mitad del número total) había completado con éxito el curso ACLS de 2006.

Obtención de los datos y definiciones

Este estudio fue revisado por The Ohio State University Biomedical Institutional Review Board, que determinó que no era necesaria su revisión. El 1 de abril de 2004 se inició un registro de PCEH para el seguimiento de la supervivencia hasta el alta hospitalaria de todos los pacientes que habían sido reanimados en el interior de la ciudad; al mismo tiempo, se intensificaron los procedimientos de garantía de la calidad en el sistema SEM. A partir de 2005 se llevó a cabo un seguimiento sistemático de los pacientes que habían sido declarados fallecidos por el sistema SEM sin que se hubieran realizado previamente esfuerzos de reanimación, incluyendo la identificación de cualquier alteración detectada por los profesionales de la emergencia prehospitalaria en el umbral de decisión relativo al intento de reanimación. La obtención, la interpretación y el análisis de los datos del registro se llevaron a cabo en función de las recomendaciones Utstein relativas a la notificación de los datos correspondientes a cuadros de parada cardíaca súbita extrahospitalaria¹⁶.

A partir de 2004 se obtuvieron del dispositivo LifePak 12s los trazados electrónicos y continuos del electrocardiograma (ECG) correspondientes a intentos de reanimación, siempre fue posible, y se anotaron los datos relativos a las compresiones torácicas y a los recuentos de la ventilación utilizando para ello la versión 5 de la CODE-STAT Suite especialmente modificada que muestra la onda de impedancia (Medtronic Physio-Control Corp.). A partir de 2006 se utilizó la versión 7 de CODE-STAT para acelerar el análisis de los parámetros de la calidad de la RCP mediante el uso de diversos parámetros analíticos correspondientes a la RCP automatizada. Un ayudante de investigación especialmente formado leyó de manera manual el análisis automatizado y corrigió los errores identificados. A partir de 2006 el análisis de la calidad de la RCP se realizó en los casos con un ritmo inicial de fibrilación ventricular (FV), en función de las definiciones de calidad propuestas por Kramer-Johansen et al¹⁷, con excepción de la definición de la pausa en las compresiones. Para nuestro estudio la pausa en las compresiones se definió como un período sin compresiones ≥ 2 s.

Los episodios de parada cardíaca fueron identificados por los profesionales de la emergencia prehospitalaria, que los comunicaron al director de mejora de la

calidad continuada del departamento de bomberos. Los casos adicionales fueron identificados a través de una búsqueda empírica en el sistema de historias clínicas electrónicas de la agencia SEM, a través de la cual se identificaron casos potenciales con episodios asistenciales en los que se habían llevado a cabo desfibrilación, administración de adrenalina o aplicación de maniobras de RCP. El director de garantía de la calidad continuada del departamento de bomberos revisó las historias clínicas del SEM para determinar las características demográficas y los episodios, así como el destino final de los pacientes. Los registros de avisos al 911 permitieron caracterizar el tiempo de respuesta del SEM y la localización de los incidentes. Los coordinadores designados en cada uno de los 8 hospitales que recibieron a los pacientes revisaron las historias clínicas correspondientes a las víctimas de cuadros de parada cardíaca súbita que habían sido trasladadas a su hospital y ofrecieron información acerca de su evolución. En los casos en los que el hospital que recibió al paciente no ofreció información relativa a la evolución, se efectuó una búsqueda en el registro de fallecimientos de la seguridad social para determinar si el paciente había fallecido.

Análisis de los datos

Los casos fueron agrupados en función de la fecha del incidente. Los casos que tuvieron lugar entre el 1 de abril de 2004 y el 31 de diciembre de 2005 se clasificaron como casos *predirectrices*, mientras que los que tuvieron lugar entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2007 se clasificaron como casos *posdirectrices*. Seleccionamos como fecha de inicio para el período posdirectrices el 1 de enero de 2006, debido a que algunos profesionales de la emergencia prehospitalaria comenzaron a aplicar las nuevas directrices poco tiempo después de que conocieran su existencia a través de los medios de comunicación o de las clases de formación.

En el ensayo clínico AutoPulse Assisted Prehospital International Resuscitation (ASPIRE) se demostraron una disminución de la supervivencia y un empeoramiento de la evolución neurológica en los pacientes asignados al grupo AutoPulse (ZOLL Medical Corp., Chelmsford, MA) del estudio¹⁵. Así, en nuestro estudio excluimos de los análisis los casos que habían sido asignados aleatoriamente al grupo AutoPulse del ensayo clínico ASPIRE, a pesar de que no se hubiera utilizado el dispositivo AutoPulse y de que los participantes estuvieron en la fase de selección de dicho ensayo clínico.

Se calcularon las *odds ratio* (OR) univariadas y los intervalos de confianza (IC) del 95% respecto a los datos descriptivos correspondientes a los períodos anterior y posterior a la implementación de las directrices AHA. Se utilizó el análisis de regresión logística para estimar el impacto de las variables descriptivas sobre la probabilidad de supervivencia hasta el alta hospitalaria.

También se aplicó una metodología de selección retrospectiva (que exige un valor p de Wald $< 0,05$ para el mantenimiento del caso) con objeto de generar un modelo que permitiera comparar la probabilidad de supervivencia entre ambos períodos, con un ajuste eficaz de los factores predictivos significativos de la supervivencia. Durante la creación de este modelo se excluyeron los casos en los que faltaban datos. Los casos en los que faltaban datos relativos a la supervivencia se clasificaron como «fallecidos» para los objetivos del análisis primario. Se realizó un análisis de la sensibilidad en el que los parámetros de supervivencia inexistentes fueron clasificados como «vivo» en el período predirectrices y como «fallecido» en el período posdirectrices, lo que dio lugar a un conjunto de datos menos favorable a nuestra hipótesis. El ritmo cardíaco inicial fue dicotomizado como FV y taquicardia ventricular, por un lado, y como el resto de los ritmos (actividad eléctrica sin pulso [AESP] o asistolia), por otro. La localización del incidente se definió como un lugar privado (el domicilio o un centro asistencial) o un lugar público (el resto de las localizaciones). La edad se evaluó para su inclusión en forma de variable lineal continua mediante la inspección gráfica de los datos y también a través del método polinomial fraccional, y no fue necesaria ninguna transformación en el parámetro de la edad de los pacientes¹⁸. Se calcularon y valoraron los términos de interacción bidireccional respecto a su posible influencia sobre el modelo multivariable final. Se llevaron a cabo elementos diagnósticos del modelo estándar, incluyendo la valoración de la colinealidad y la bondad de ajuste de Pearson. El análisis se realizó mediante el programa Stata/SE 10.1 para Windows (Stata-Corp LP, College Station, TX).

El subgrupo de datos de calidad de la RCP estuvo constituido por 69 casos con un ritmo inicial de FV. Cada variable se evaluó respecto a su normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Dado que se observó que muchos de los parámetros de calidad de la RCP no se adaptaban a una distribución normal, se evaluó la hipótesis nula (la ausencia de diferencias en los parámetros de calidad de la RCP) entre los 2 períodos mediante la prueba de Mann-Whitney, con establecimiento de la significación en una cifra $< 0,05$.

RESULTADOS

Durante el período de estudio sufrió PCEH un total de 3.861 personas. De ellas, 1.681 cumplían los criterios de participación en el estudio (fig. 1). Entre los pacientes elegibles, en 838 se había intentado la reanimación durante el período predirectrices y en 1.021 durante el período posdirectrices. El intervalo mediano de respuesta (rango intercuartílico) entre el aviso al 911 y la llegada del primer vehículo del SEM a la localización del episodio fue de 5,1 (4,0-6,3) min y este intervalo no se modificó durante el período de estudio. El percentil 90 del in-

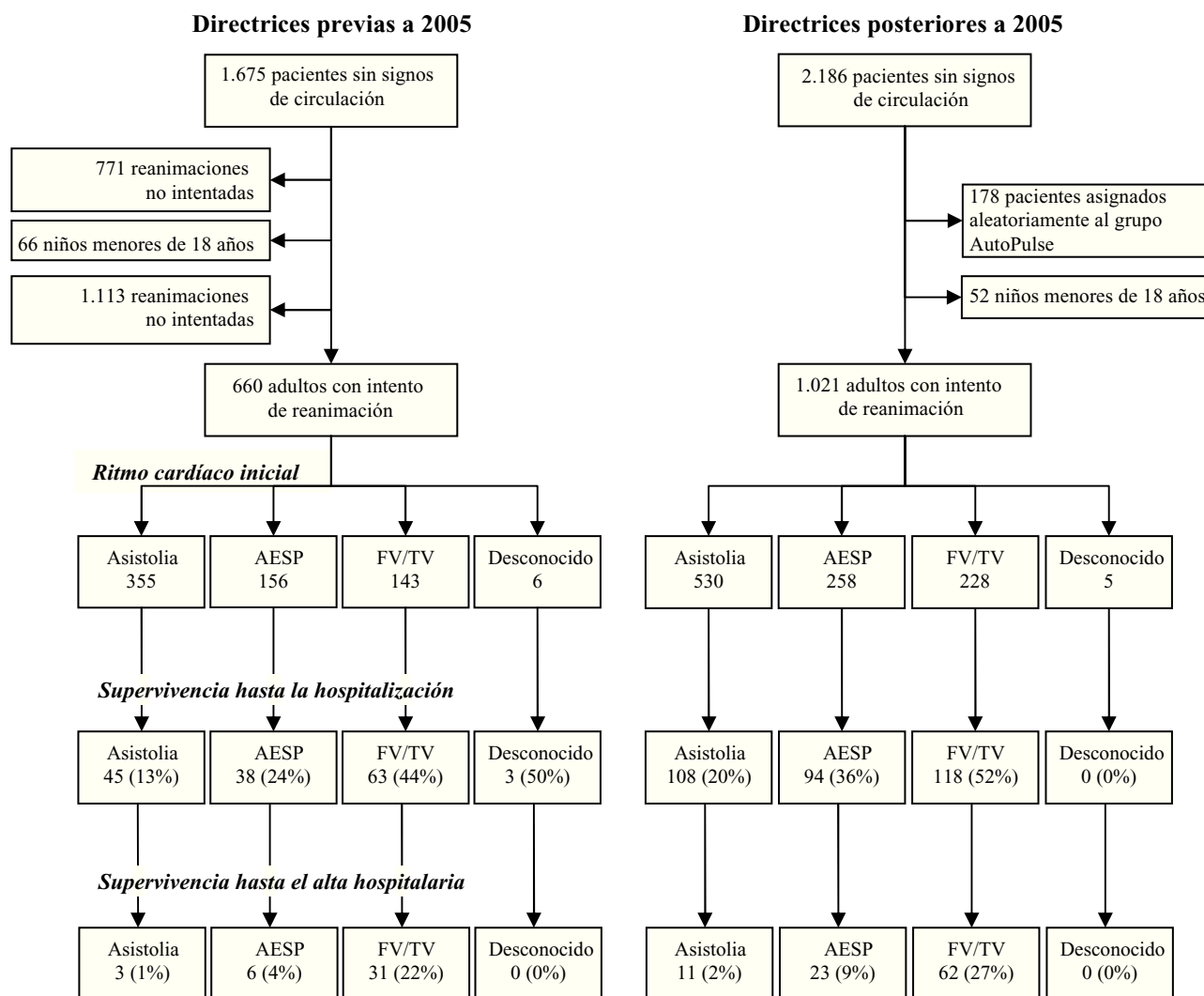


FIGURA 1. Diagrama de flujo de los participantes en el estudio. AESP: actividad eléctrica sin pulso; FV/TV: fibrilación ventricular o taquicardia ventricular sin pulso.

tervalo hasta la llegada de la primera respuesta fue de 8,0 min. Las características de los pacientes pertenecientes a los 2 grupos fueron similares (tabla 1). Durante el período posdirectrices fue ligeramente mayor el número de pacientes en los que se realizó desfibrilación mediante DAP y el de los que fueron tratados mediante hipotermia terapéutica posreanimación, a pesar de que el número fue pequeño y de que la diferencia careció de significación estadística. En total, 178 pacientes asignados al grupo AutoPulse del ensayo clínico ASPIRE fueron excluidos del análisis de la supervivencia, lo que dejó 660 pacientes en el período predirectrices.

La incidencia anual de episodios de PCEH tratados fue de 67,7 por 100.000 en lo relativo a todos los ritmos cardíacos iniciales, mientras que la incidencia respecto a los pacientes tratados con un ritmo inicial de FV fue de 14,7 por 100.000. La supervivencia cruda respecto a la PCEH hasta la hospitalización fue mayor en el período posdirectrices (23 y 31%, respectivamente; OR: 1,6; IC del 95%, 1,2-2,0). De la misma forma, las tasas no

ajustadas de supervivencia hasta el alta hospitalaria en pacientes con PCEH fueron significativamente mayores durante el período posdirectrices que durante el período predirectrices, a pesar de las similitudes en todos los factores predictivos de la evolución (6,1 y 9,4%, respectivamente; OR: 1,6; IC del 95%, 1,1-2,4). La supervivencia hasta el alta hospitalaria en los casos de PCEH visualizada por testigos y correspondientes a pacientes que presentaban FV cuando llegó el SEM fue de 19 de 78 (24%) en el período predirectrices y de 34 de 112 (30%) en el período posdirectrices (OR: 1,4; IC del 95%, 0,7-2,6). En la figura 2 se muestra el estilo Utstein en la evaluación de los pacientes con FV visualizada por testigos a la llegada del SEM, en los casos en los que la etiología de la parada cardíaca tenía un origen cardíaco.

El análisis de regresión logística con variables múltiples realizado para el control de los elementos predictivos significativos de la supervivencia demostró que el padecimiento de la PCEH en el período posdirectrices

TABLA 1. Características de los pacientes en los períodos previo y posterior a la implementación de las directrices de 2005 relativas a la reanimación cardiopulmonar (RCP) y a la asistencia cardiovascular de emergencia

	Período predirectrices (2004-2005) n = 838	Período posdirectrices (2006-2007) n = 1.021	OR e IC del 95%	p ^a
Pacientes tratados cada mes (media ± DE)	40 ± 9	43 ± 9	Diferencia de 3 (-3 a 8)	0,34
Edad, años (media ± DE) ^b	61 ± 17	61 ± 17	Diferencia de 0,2 (-1,4 a 1,8)	0,84
Sexo, masculino ^c	497 (59%)	607 (59%)	0,99 (0,89-1,1)	0,91
Localización del episodio				0,78
Domicilio	563 (68%)	676 (66%)		
Lugar público	151 (18%)	186 (18%)		
Centro asistencial	120 (14%)	158 (15%)		
Visualización por testigos				0,46
Visualización por espectadores	279 (33%)	340 (33%)		
Visualización por profesionales del SEM	73 (9%)	106 (10%)		
Sin visualización	486 (58%)	575 (56%)		
Supuesta etiología cardíaca	680 (81%)	900 (88%)	0,58 (0,49-0,75)	< 0,001
RCP por espectadores	232 (28%)	286 (28%)	0,98 (0,80-1,21)	0,84
Uso de un DEA público	11 (1%)	18 (2%)	0,74 (0,35-1,58)	0,46
Ritmo inicial				0,68
FV/TV	176 (21%)	228 (22%)		
Actividad eléctrica sin pulso	204 (24%)	258 (25%)		
Asistolia	449 (54%)	530 (52%)		
Dispositivo mecánico de RCP utilizado	133 (16%)	0 (0%)		<0,001
Aplicación de hipotermia tras la reanimación	2 (0,3%)	7 (0,7%)	0,35 (0,07-1,67)	0,20

^aLos valores de p se refieren a la prueba t de Student (variables continuas) o a la prueba exacta de Fisher (variables categóricas).

^bOcho datos de edad inexistentes en el período predirectrices y 14 datos de edad inexistentes en el período posdirectrices.

^cFalta de 1 valor en el período predirectrices y de tres valores en el período posdirectrices.

DE: desviación estándar; DEA: desfibrilador externo automatizado; RCP: reanimación cardiopulmonar; FV/TV: fibrilación ventricular o taquicardia ventricular; SEM: servicios de emergencias médicas.

se asoció a una probabilidad de supervivencia 1,8 veces mayor que la correspondiente al período predirectrices (IC del 95%, 1,2-2,7), tras el ajuste respecto al ritmo inicial, el sexo del paciente, la posibilidad de que el episodio hubiera sido visualizado y la localización del incidente. No hubo otras variables predictivas ni términos de interacción que dieran lugar a un efecto significativo en el modelo de variables múltiples. La tabla 2 recoge el modelo con variables múltiples completo, con las OR y los IC del 95% para cada componente. Fueron excluidos del análisis de regresión los participantes en los que faltaban datos. En conjunto, del modelo final se excluyeron 18 de 1.681 participantes (1%). Cuatro de los participantes fueron excluidos debido a que faltaba el dato del sexo, 11 por la falta del dato del ritmo inicial y 4 por la falta del dato del punto en el que tuvo lugar la parada cardíaca (la suma de estas cifras es superior a 18 debido a que en uno de los participantes faltaban datos múltiples).

La evaluación de la bondad de ajuste de Pearson no ofreció ninguna razón para rechazar el modelo en función de un posible ajuste escaso (χ^2 de Pearson, 21,29; $p = 0,68$).

Para el análisis de la sensibilidad se llevó a cabo una regresión logística de comparación, con modificación de la codificación de los datos inexistentes relativos a la evolución, según lo indicado en el apartado «Métodos» (pacientes que recibieron el alta con vida en el período predirectrices y pacientes que fallecieron en el período

posdirectrices). Se observó que estas mismas covariables eran significativas. La OR relativa a las modificaciones en las directrices de la RCP (1,5; IC del 95%, 1,01-2,5) no fue tan sólido, pero siguió siendo significativo y favorable a nuestra hipótesis de un incremento de la supervivencia asociado a la implementación de las directrices de 2005 relativas a la RCP.

Se observó que la proporción de casos clasificados como de «etiología cardíaca» fue mayor en el período posdirectrices. El sistema para determinar la etiología cardíaca se modificó en 2006 y tras esta modificación ya no incluía la revisión de la historia clínica hospitalaria. Este dato puso en duda la fiabilidad de la determinación de la etiología cardíaca en el período posdirectrices y los análisis indicados anteriormente se realizaron en todos los pacientes adultos tratados, con independencia de la etiología e incluyendo a los pacientes traumatológicos. Al limitar el análisis de regresión a los pacientes del grupo de la etiología cardíaca, los resultados fueron similares.

Análisis de la calidad de la reanimación cardiopulmonar

En la tabla 3 se recogen las características demográficas de los pacientes que constituyeran la muestra de conveniencia de 69 ECG de FV analizados para evaluar la calidad de la RCP, mientras que en la tabla 4 aparecen los parámetros de calidad de la RCP en estos casos. Los

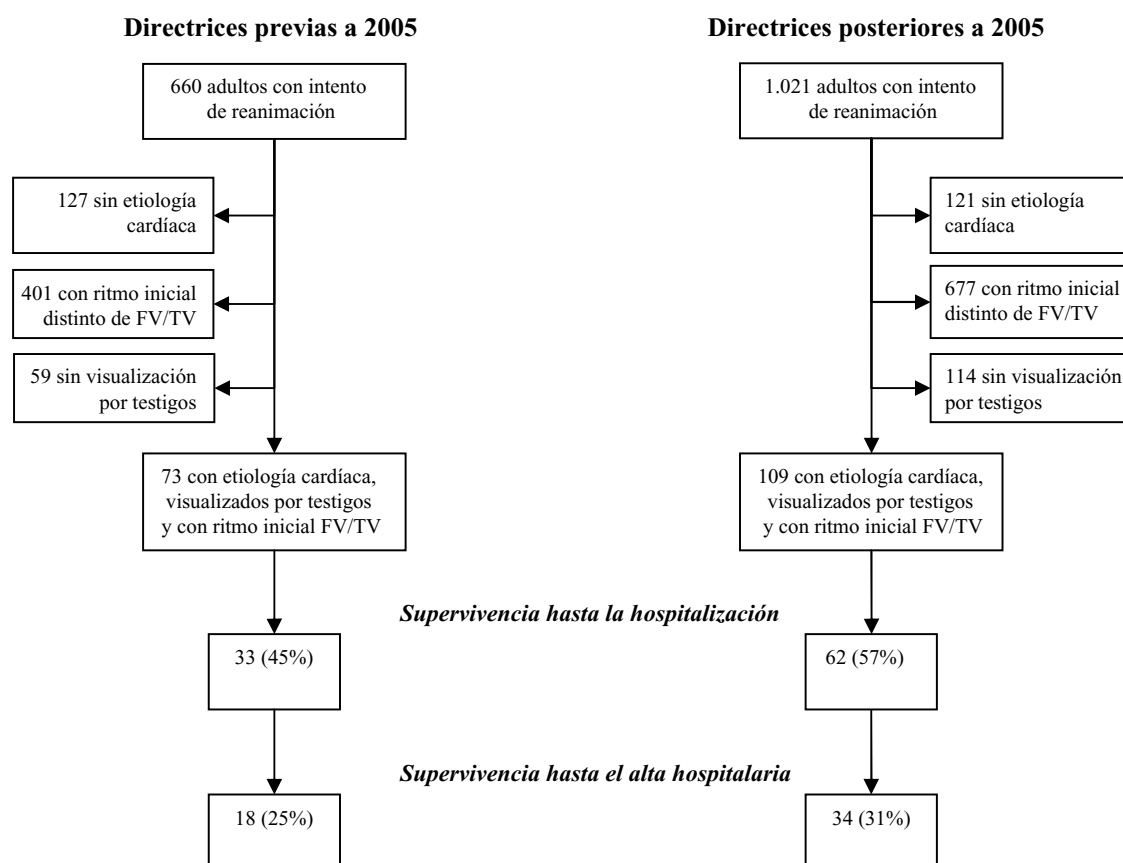


FIGURA 2. Evolución de los cuadros de parada cardíaca visualizados por testigos, con etiología cardíaca y con un ritmo inicial FV/TV. FV/TV: fibrilación ventricular o taquicardia ventricular sin pulso.

TABLA 2. Modelo de regresión logística con variables múltiples respecto a la supervivencia en episodios de parada cardíaca extrahospitalaria

Variables	OR	IC del 95%	p de Wald
Período posterior a las directrices de 2005	1,8	1,2-2,7	0,008
Ritmo inicial FV/TV	10,6	6,0-13,6	<0,0001
Parada cardíaca en un lugar público (referente: parada en el domicilio o en un centro asistencial no hospitalario)	2,9	1,9-4,4	<0,0001
Parada cardíaca testificada	1,4	0,96-2,1	0,077
Sexo, masculino	0,54	0,37-0,81	0,003

IC: intervalo de confianza; FV/TV: fibrilación ventricular o taquicardia ventricular; OR: odds ratio.

parámetros de la calidad de la RCP mostraron una mejoría significativa en el período posdirectrices. La fracción sin flujo (NFF, *no-flow fraction*) es la proporción de tiempo durante el que la víctima es sometida a maniobras de reanimación, no presenta circulación espontánea y no recibe compresiones torácicas¹⁷. La NFF mediana en el grupo predirectrices fue de 0,6 y esta cifra mejoró hasta 0,4 en el grupo posdirectrices, con una diferencia de 0,12 (IC del 95%, 0,05-0,19). La tasa media de compresiones torácicas (definida como la frecuencia de las series de compresiones torácicas) en el grupo predirectrices fue de 100 y esta cifra aumentó hasta 115

en el grupo posdirectrices (diferencia de 15; IC del 95%, 4-27).

Se analizó la RCP, que consistió en la aplicación de un total aproximado de 253 descargas de desfibrilación. Las pausas en las compresiones torácicas antes y después de la administración de una descarga fueron significativamente más breves en el período posdirectrices. La pausa mediana en las compresiones previas a la aplicación de una descarga pasó de 23 s en el período predirectrices a 16,5 s tras la implantación de las directrices de 2005 ($p = 0,013$). La pausa mediana posdescarga se acortó desde 16,5 s en el período predirectrices hasta 8 s en el período posdirectrices ($p = 0,001$).

DISCUSIÓN

Las tasas de supervivencia en casos de parada cardíaca súbita extrahospitalaria han presentado tan sólo una mejoría mínima a lo largo de los 20 últimos años, a pesar de la expansión generalizada de las capacidades de las agencias de seguridad pública en lo relativo a la aplicación temprana de desfibrilación a las víctimas que presentan FV¹⁹. En el documento de directrices de 2000 de la AHA respecto a la RCP y a la ACVE se recomendó la colaboración internacional para identificar y adoptar las prácticas mejores respecto a la reanimación¹⁴. Además, se incorporaron a principios formativos

TABLA 3. Datos del análisis de la muestra de conveniencia del electrocardiograma: características de los pacientes

	Período predirectrices (2004-2005) n = 29 recuento (%)	Período posdirectrices (2006-2007) n = 40 recuento (%)	OR e IC del 95%	p*
Edad, años (media \pm DE)	60 \pm 18	56 \pm 21	Diferencia de 3,2 (-6,3 a 12,7)	0,41
Sexo, masculino	26 (90%)	30 (75%)	2,8 (0,7-11,6)	0,21
Ritmo inicial FV	29 (100%)	40 (100%)		
Uso de un DEA público	2 (7%)	0 (0%)		0,17
Visualización por testigos	17 (59%)	24 (60%)	0,9 (0,3-2,4)	0,99
RCP por parte de espectadores	8 (28%)	9 (23%)	1,3 (0,4-3,9)	0,78
Reanudación de la circulación espontánea	16 (55%)	23 (58%)	0,9 (0,3-2,3)	0,99
Supervivencia hasta el alta	6 (21%)	10 (25%)	0,8 (0,3-2,5)	0,78

DE: desviación estándar; DEA: desfibrilación externo automatizado; FV: fibrilación ventricular; IC: intervalo de confianza; OR: *odds ratio*; RCP: reanimación cardiopulmonar.

*Los valores p fueron generados por la prueba t para las variables continuas y por la prueba exacta de Fischer para los variables categóricas.

TABLA 4. Datos de calidad relativos a la reanimación cardiopulmonar obtenidos a través del análisis de la onda de impedancia en casos de fibrilación ventricular

	Período predirectrices, 2004-2005; n = 29 pacientes mediana (RIC)	Período posdirectrices, 2006-2007; n = 40 pacientes mediana (RIC)	p*
Compresiones torácicas aplicadas por minuto	46 (20)	75 (34)	0,000
Tasa de compresiones	100 (38)	115 (28)	0,008
Fracción sin flujo	0,46 (0,14)	0,34 (0,18)	0,001
Ventilaciones aplicadas por minuto	13 (8)	17 (5)	0,004
Descargas por paciente	3,5 (3)	3,0 (3)	0,085
Tiempo transcurrido desde el encendido del desfibrilador hasta la aplicación de la primera descarga (segundos)	46 (91)	100 (192)	0,131
Pausa predescarga (segundos)	23 (33); n = 131 shocks	16,5 (21); n = 122 shocks	0,013
Pausa posdescarga (segundos)	16,5 (33); n = 124 shocks	8 (16); n = 106 shocks	0,001

RIC: rango intercuartílico.

*Los valores p se generaron a través de la prueba de Mann-Whitney.

vos nuevos tras la revisión de los cursos BLS de la AHA para que reflejaran las modificaciones introducidas en la técnica de la RCP por las directrices de 2000.

Tras la publicación de las directrices de 2000, se reforzó la importancia crítica de la aplicación de compresiones torácicas no interrumpidas durante la reanimación de pacientes con parada cardíaca. Los nuevos dispositivos tecnológicos facilitaron una medición precisa de los parámetros de la RCP, tal como la frecuencia y la profundidad de las compresiones. El análisis de los registros obtenido durante los intentos de reanimación de las víctimas con una parada cardíaca real demostró que estas personas experimentaban intervalos de tiempo prolongados sin que se realizara ninguna compresión torácica, con independencia de la localización del episodio en el interior o el exterior del hospital^{5,20}. Estos hallazgos demostraron de manera concluyente que las iniciativas de tipo formativo aplicadas anteriormente a 2005 para la enseñanza de la RCP a los profesionales asistenciales no habían transmitido las habilidades básicas en RCP y, además, estaban promocionando de manera inadvertida una serie prácticas que inhibían la eficacia de las iniciativas de reanimación durante la aplicación de medidas de soporte vital avanzado (ALS, *advanced life support*).

En 2005, las directrices de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE insistieron en la importancia de un soporte

vital básico de alta calidad¹². Las directrices correspondientes a la RCP indicaban la idoneidad de reducir al mínimo las pausas en las compresiones torácicas, antes y después de la desfibrilación, de la aplicación de menos movimientos de ventilación, de la recuperación elástica completa del tórax y de la aplicación de una única descarga más que de bloques de 3 descargas seguidas, con alternancia cada 2 min de los profesionales que realizan las compresiones torácicas y con retraso de la intubación endotraqueal para incrementar la fracción de tiempo durante el que la víctima de la parada cardíaca recibe compresiones torácicas de alta calidad. La mayor parte de las modificaciones entre las directrices sobre la RCP de 2000 y de 2005 estuvieron fundamentadas en la evidencia obtenida en estudios sobre personas, pero algunos de los cambios más importantes —como la modificación del cociente de compresiones y ventilaciones desde 15:2 hasta 30:2— se extrapolaron a partir de la evidencia obtenida en animales de experimentación o se recomendaron en función de la opinión de expertos.

Desde la publicación de las recomendaciones de 2005, en los modelos de parada cardíaca en animales de experimentación y también en algunos estudios realizados sobre cohortes de personas se ha sugerido que la minimización de las pausas en las compresiones torácicas no incrementa las tasas de supervivencia

hasta el alta hospitalaria tras un episodio de PCEH^{2,6,13}. En una publicación de 2007, Hostler et al señalaron haber conseguido una mejora en las capacidades de BLS de los profesionales de primera respuesta a través de la enseñanza de las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP, pero no abordaron en su estudio las capacidades de los profesionales del nivel ALS. Quizá, a consecuencia de ello, no se observaron en este estudio modificaciones en las tasas de supervivencia²¹. En un estudio realizado en Noruega tampoco se observó un cambio en la supervivencia antes y después de la implementación de las directrices de 2005. La calidad basal de la RCP fue muy elevada, con una NFF de tan sólo 0,23, y esta NFF mejoró hasta 0,14 tras la implementación de las directrices de 2005²². Por otra parte, Rea et al demostraron que la minimización de las pausas en las compresiones torácicas antes y después de la aplicación de una única descarga de desfibrilación se asoció a un incremento en las tasas de supervivencia a largo plazo, a pesar de que se utilizó una proporción compresión-ventilación de 15:2 en su estudio de cohortes efectuado en el período 2004-2005². Nuestros resultados son congruentes con los obtenidos por Rea et al, y los refuerzan al incluir el efecto de la implementación de la proporción compresión-ventilación de 30:2.

Nuestro estudio es exclusivo por el hecho de que en él no se implementó un programa formativo especial y dirigido a los TEM y a los profesionales de la emergencia prehospitalaria de nuestro sistema SEM. En vez de ello, el personal docente ya existente utilizó un material formativo de uso rápido proporcionado por la AHA para educar a los profesionales de los SEM en lo relativo a las directrices de 2005 de la AHA correspondientes a la RCP y a la ACVE. Estos educadores enseñaron a los miembros de las tripulaciones ALS y a la mayor parte de los miembros de las tripulaciones BLS los fundamentos de las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE, a lo largo de 2006 y 2007. La mayor parte de los miembros de las tripulaciones del SEM completaron a finales de 2007 el curso BLS-HCP de la AHA de 2005, y la mayor parte de los miembros de las tripulaciones ALS también finalizaron el curso ACLS de la AHA de 2005.

El programa formativo parece haber sido eficaz. Nuestra muestra de conveniencia constituida por las ondas del canal de impedancia de los ECG, registrados durante episodios reales de PCEH, demuestra la aplicación de un número mucho mayor de compresiones con aplicación de un número menor de descargas y con presencia de pausas más breves en las compresiones torácicas en la proximidad de las descargas. La implementación de los programas formativos fundamentados en las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE parece haber dado lugar de manera directa a un incremento de las tasas de supervivencia en pacientes con PCEH, al tiempo que en nuestra co-

munidad no se modificaron otros componentes importantes de la cadena de supervivencia durante el período del estudio. También hemos observado que en todos los grupos de pacientes mejoró la evolución durante el período posdirectrices, incluyendo los pacientes que presentaron inicialmente FV y AESP.

Limitaciones

La limitación principal de nuestro estudio ha sido su diseño con inexistencia de asignación aleatoria de las cohortes. En nuestro modelo de regresión se llevó a cabo el control de las variables cuantificadas, tal como la RCP realizada por espectadores, pero no se controlaron las variables no cuantificadas. A pesar de que sería ideal un ensayo clínico realizado con asignación aleatoria para la comparación de las diferentes formas de RCP, las dificultades logísticas de este tipo de estudio son formidables.

Para nuestro estudio elegimos una fecha de transición como el 1 de enero de 2006 para separar los grupos previo y posterior a la implementación de las directrices de 2005. Las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE fueron publicadas el 28 de noviembre de 2005. Es posible que algunos profesionales del SEM iniciaran la implementación de las nuevas directrices al poco tiempo de su publicación y antes de recibir ningún tipo de formación respecto a éstas. Por tanto, se eligió el 1 de enero de 2006 como punto de transición. Las modificaciones aplicadas al sistema SEM llevan tiempo y estamos seguros de que después del 1 de enero de 2006 hubo pacientes que fueron tratados con aplicación de las directrices de 2000 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE. A pesar de que este efecto puede haber sesgado nuestros resultados, dicho sesgo daría lugar a una disminución de la diferencia cuantificada entre los grupos.

Durante el período de estudio se pueden haber introducido modificaciones en otros tratamientos. No conocemos ningún cambio sistemático, aparte del inicio de una hipotermia terapéutica de bajo nivel en algunos pacientes en coma que sobreviven a una parada cardíaca. Algunos pacientes en estado de coma comenzaron a recibir el tratamiento de hipotermia durante el período de estudio y tenemos que aceptar la posibilidad de que la implementación del tratamiento mediante hipotermia pueda haber explicado una parte de la mejora observada en la evolución de los pacientes. Sin embargo, en el grupo posdirectrices solamente recibieron el tratamiento mediante hipotermia 5 pacientes adicionales (< 1% de todos los pacientes), en comparación con el grupo predirectrices, al tiempo que en el grupo posdirectrices sobrevivieron hasta el alta hospitalaria 49 pacientes adicionales, en comparación con el grupo predirectrices. Durante el período de estudio no se aplicó hipotermia terapéutica prehospitalaria en ningún caso.

En muchos otros estudios se han evaluado los episodios de «etiología cardíaca». El método para determinar la etiología cardíaca se modificó en el sistema SEM durante el período de estudio. A lo largo de la mayor parte de 2004 y de parte de 2005, y en el contexto del ensayo clínico realizado para evaluar el resultado de un dispositivo mecánico de RCP, se llevó a cabo una revisión intensiva de las historias clínicas de los pacientes para clasificar los casos de «etiología cardíaca» con el objetivo de verificar el criterio principal de valoración definido en este estudio¹⁵. Una vez que finalizó dicho estudio, solamente quedaron los registros del SEM para establecer la clasificación relativa a la etiología del episodio. Así, evaluamos los episodios visualizados por testigos y correspondientes a víctimas que fueron encontradas en situación de FV tras la llegada del SEM, debido a que en la mayor parte de estos casos la causa del episodio fue un problema cardíaco primario. A pesar de que las tasas de supervivencia se incrementaron desde el 24 hasta el 30% en esta cohorte de pacientes, la diferencia no fue estadísticamente significativa debido, posiblemente, a que el número de episodios fue relativamente escaso. También evaluamos los episodios limitados a la etiología cardíaca y que aparecen en la figura 2. Es importante subrayar el hecho de que todas las víctimas de una parada cardíaca, con independencia de su etiología, recibieron la RCP en función de las directrices de la AHA que se aplicaban en ese momento.

Con el paso del tiempo, mejoró nuestra precisión en la determinación de la calidad de la RCP, debido principalmente al incremento en la capacidad de los programas informáticos utilizados para analizar la calidad de la RCP. Durante el período predirectrices las ventilaciones se detectaron mediante el análisis manual del ECG para detectar modificaciones en el trazado de impedancia que fueran congruentes con unas ondas de ventilación; a menudo hubo dificultades para cuantificar correctamente las ventilaciones que se produjeron simultáneamente a las compresiones torácicas. En 2006 el programa informático había mejorado el método utilizado para cuantificar las ventilaciones mediante el filtrado de las ondas de compresión con frecuencia alta, mostrando al mismo tiempo las ondas de ventilación con frecuencia baja. Este cambio incrementó de manera notable la capacidad de identificar las ventilaciones durante las compresiones torácicas continuadas. Observamos un aumento de las tasas de ventilación durante el período posdirectrices, simultáneamente a la implementación de estas modificaciones en los programas informáticos; así, el aparente incremento en las tasas de ventilación se pudo deber por completo a la mejora de los programas informáticos.

En 2006 el programa informático CodeStat añadió una característica que permitía contar de manera automática las compresiones torácicas y que hizo que el ayudante de investigación ya no tuviera que contar

manualmente cada compresión torácica. Sin embargo, las compresiones torácicas dan lugar a una onda de impedancia grande y característica, y se pueden contar manualmente con bastante facilidad; por tanto, no consideramos que la implementación del sistema de recuento automático de las compresiones torácicas modificara la precisión de la detección de las compresiones torácicas.

CONCLUSIONES

En nuestro sistema SEM se ha producido una mejora sustancial en las tasas de supervivencia de los pacientes con PCEH tras la implementación de las directrices de 2005 de la AHA relativas a la RCP y a la ACVE. Si estos resultados fueran reproducidos en otros sistemas SEM mediante una estrategia formativa similar de los profesionales de los SEM, se podría salvar un número mucho mayor de vidas, en comparación con lo que ocurría en épocas anteriores.

Bibliografía

1. Rosamond W, Flegal K, Furie K, et al. Heart disease and stroke statistics—2008 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation*. 2008;117(4):e25–146.
2. Rea TD, Helbock M, Perry S, et al. Increasing use of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital ventricular fibrillation arrest: survival implications of guideline changes. *Circulation*. 2006;114:2760–5.
3. Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M, et al. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004;351:637–46.
4. Nishiuchi T, Hayashino Y, Fukuhara S, et al. Survival rate and factors associated with 1-month survival of witnessed out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin with ventricular fibrillation and pulseless ventricular tachycardia: the Utstein Osaka project. *Resuscitation*. 2008;78:307–13.
5. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005;293:305–10.
6. Bobrow BJ, Clark LL, Ewy GA, et al. Minimally interrupted cardiac resuscitation by emergency medical services for out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2008;299:1158–65.
7. Kellum MJ, Kennedy KW, Barney R, et al. Cardiocerebral resuscitation improves neurologically intact survival of patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med*. 2008;52:244–52.
8. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2002;346:549–56.
9. Bernard SA, Gray TW, Buist MD, et al. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med*. 2002;346:557–63.
10. Cheung KW, Green RS, Magee KD. Systematic review of randomized controlled trials of therapeutic hypothermia as a neuroprotectant in post cardiac arrest patients. *Can J Emerg Med*. 2006;8:329–37.
11. Holzer M, Bernard SA, Hachimi-Idrissi S, Roine RO, Sterz F, Mullner M. Hypothermia for neuroprotection after cardiac arrest: systematic review and individual patient data metaanalysis. *Crit Care Med*. 2005;33:414–8.
12. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2005;112(24 suppl):IV-1–IV-203.

13. Yannopoulos D, Aufderheide TP, Gabrielli A, et al. Clinical and hemodynamic comparison of 15:2 and 30:2 compression-to-ventilation ratios for cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med*. 2006;34:1444-9.
14. American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2000;102(8 suppl):I-1-I-384.
15. Hallstrom A, Rea TD, Sayre MR, et al. Manual chest compression vs use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *JAMA*. 2006;295:2620-8.
16. Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update and simplification of the Utstein templates for resuscitation registries: a statement for healthcare professionals from a task force of the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Councils of Southern Africa). *Circulation*. 2004;110:3385-97.
17. Kramer-Johansen J, Edelson DP, Losert H, Kohler K, Abella BS. Uniform reporting of measured quality of cardiopulmonary resuscitation (CPR). *Resuscitation*. 2007;74:406-17.
18. Royston P, Altman DG. Regression using fractional polynomials of continuous covariates: parsimonious parametric modeling. *Appl Stat*. 1994;43:429-67.
19. Ewy GA. A new approach for out-of-hospital CPR: a bold step forward. *Resuscitation*. 2003;58:271-2.
20. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005;293:299-304.
21. Hostler D, Rittenberger JC, Roth R, Callaway CW. Increased chest compression to ventilation ratio improves delivery of CPR. *Resuscitation*. 2007;74:446-52.
22. Olasveengen TM, Vik E, Kuzovlev A, Sunde K. Effect of implementation of new resuscitation guidelines on quality of cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation*. 2009;80:407-11.