

Muerte súbita (X)

Muerte súbita cardíaca extrahospitalaria y desfibrilación precoz

Emilio Marín-Huerta (coordinador), Rafael Peinado, Antonio Asso, Ángel Loma, Julián P. Villacastín, Javier Muñoz y José Brugada

Comité de Desfibriladores Automáticos Externos y Resucitación Cardiopulmonar.
Sociedad Española de Cardiología.

Dado que la mayoría de las víctimas de muerte súbita no tienen síntomas antes de la misma y no presentan factores que permitan su identificación como poblaciones de alto riesgo antes del evento, es importante la mejora de los sistemas de resucitación cardiopulmonar extrahospitalaria con el objetivo de conseguir una mayor supervivencia de estos pacientes. En este sentido, una desfibrilación precoz dentro de una eficaz aplicación de la cadena de supervivencia que incluya un rápido reconocimiento de la víctima, una llegada inmediata de personal entrenado que aplique de forma precoz las maniobras de resucitación cardiopulmonar y la posibilidad de llevar a cabo un soporte vital avanzado con prontitud asegurarían una mayor supervivencia de las víctimas de muerte súbita cardíaca.

Numerosos estudios han demostrado la enorme importancia de la desfibrilación precoz en pacientes que han presentado una parada cardíaca por fibrilación ventricular. El predictor más importante de supervivencia en estos casos es el tiempo que transcurre hasta la desfibrilación eléctrica, de tal modo que a medida que éste se prolonga, disminuye rápidamente la supervivencia medida al alta hospitalaria. En este sentido, la desfibrilación externa automática ha demostrado, en múltiples estudios, la reducción del tiempo hasta la desfibrilación y la mejoría de la supervivencia.

Por estas razones, los sistemas de acceso a la desfibrilación pública, que permiten a personal no médico el empleo de desfibriladores externos automáticos, han cobrado mucho entusiasmo en un número cada vez mayor de países, ciudades o compañías. En la actualidad se está investigando la eficacia de la desfibrilación externa automática llevada a cabo por cualquier persona de una comunidad (no necesariamente un «primer auxiliador»), aunque esta mayor liberalización de uso, si demuestra ser eficaz, debería acompañarse de medidas legales que la avalen y de una adecuada educación sanitaria, probablemente en los años de educación secundaria.

Palabras clave: Muerte súbita. Arritmia. Cardioversión. Fibrilación. Taquiarritmias.

(*Rev Esp Cardiol* 2000; 53: 851-865)

Correspondencia: Dr. E. Marín-Huerta.
Unidad de Arritmias. Servicio de Cardiología.
Hospital Ramón y Cajal.
Ctra. Colmenar, km 9,1. 28034 Madrid.

Sudden Cardiac Death and Early Defibrillation

Since most sudden cardiac death victims show neither symptoms before the event nor other signs or risk factors that would have identified them as a high risk population before their cardiac arrest, emergency out-of-hospital medical services must be improved in order to obtain a higher survival in these patients. Early defibrillation is an essential part of the chain of survival that also includes the early identification of the victim, activation of the emergency medical system, immediate arrival of trained personnel who can perform basic cardiopulmonary resuscitation and early initiation of advanced cardiac life support that would raise the survival rate for sudden cardiac arrest victims.

Many studies have demonstrated the enormous importance of early defibrillation in patients with a cardiac arrest due to ventricular fibrillation. The most important predictor of survival in these individuals is the time that elapses until electric defibrillation, the longer the time to defibrillation the lower the number of patients who are eventually discharged. Multiple studies have demonstrated that automatic external defibrillation will reduce the time elapsed to defibrillation and thus improve survival.

For these reason, public access defibrillation to allow the use of automatic external defibrillators by minimally trained members of the lay public, has received increasing interest on the part of a growing number of companies, cities or countries. The automatic external defibrillation, as performed by a lay person is being investigated. The liberalization of its application, if is demonstrated to be effective, will need to be accompanied by legal measures to endorse it and appropriate health education, probably during secondary education.

Key words: Sudden death. Defibrillation. Arrhythmia. Fibrillation. Tachyarrhythmias.

(*Rev Esp Cardiol* 2000; 53: 851-865)

Sección patrocinada por el Laboratorio Dr. Esteve

ABREVIATURAS

MSC: muerte súbita cardíaca.
 FV: fibrilación ventricular.
 DEA: desfibrilador externo automático.
 PCR: parada cardiorrespiratoria.
 RCP: resucitación cardiopulmonar.
 TV: taquicardia ventricular.

INTRODUCCIÓN

La muerte súbita cardíaca (MSC) continúa siendo un problema sanitario de primera magnitud cuya incidencia ha disminuido poco a pesar de una significativa reducción en la morbilidad y mortalidad de las enfermedades cardiovasculares¹⁻³.

Estimaciones recientes refieren en torno a 300.000 o 400.000 muertes repentinas cardíacas anuales para todas las edades en los EE.UU. (tasa de mortalidad en torno a 1-2 por 1.000 habitantes/año) y 150.000 en el oeste de Europa^{4,5}. En nuestro país, la incidencia de MSC es una de las más bajas de los países industrializados. Los datos del estudio epidemiológico realizado en la ciudad de Valencia arrojaron una tasa de mortalidad de 38,9 por 100.000 habitantes/año^{6,7}. El estudio REGICOR demostró una tasa de MSC en la población entre 25 y 64 años en las comarcas de Gerona de 43 por 100.000 habitantes en varones y 6,3 por 100.000 en mujeres⁸. En este último estudio sólo el 29% de los pacientes llegaron a recibir atención hospitalaria. Teniendo en cuenta que en otras provincias españolas la tasa podría ser mayor (0,5-1/1.000 habitantes/año) y más próxima a la del resto de los países occidentales, ésto supondría al menos 20.000 muertes anuales en España.

La MSC representa alrededor del 12% de todas las muertes naturales y es responsable de alrededor del 50% de todas las muertes de origen cardiovascular en los países desarrollados. Más del 85% de todas las muertes súbitas son de origen cardíaco. En los enfermos con cardiopatía isquémica, la MSC es la forma más frecuente de fallecimiento (aproximadamente el 50% de estos pacientes presenta MSC en algún momento de la evolución de su enfermedad). Además, es la primera forma de presentación de la cardiopatía isquémica entre el 19 y el 26% de los pacientes¹.

Aunque la mejor aproximación al problema es su prevención, ésta resulta difícil por múltiples razones: en primer lugar, por la diversidad de sustratos, factores de riesgo, factores desencadenantes y mecanismos que originan la muerte súbita; en segundo lugar, por el hecho de que la mayoría de las víctimas no presentan síntomas o signos que permitan su identificación como sujetos de alto riesgo antes del evento; por último, por la dificultad que supone llevar a cabo estudios que

analicen el valor de medidas preventivas primarias, así como un registro preciso y seguro de todos los casos de muerte súbita. No obstante, dado que la mayoría de las MSC están relacionadas con la cardiopatía isquémica, las medidas de prevención primaria, encaminadas a reducir las tasas de incidencia y mortalidad por cardiopatía isquémica, tienden a reducir las de MSC.

Dadas las limitaciones de las medidas preventivas, otro abordaje del problema consistiría en el tratamiento adecuado y precoz de las víctimas de una muerte súbita extrahospitalaria con objeto de conseguir una mayor supervivencia de las mismas. Para ello son fundamentales una serie de acciones que constituyen la denominada «cadena de supervivencia» y cuyo eslabón principal es la desfibrilación precoz.

Este artículo revisa los principales eslabones de dicha cadena, haciendo especial hincapié en la desfibrilación precoz y en las medidas necesarias para conseguir el llamado «acceso público a la desfibrilación».

LA «CADENA DE SUPERVIVENCIA»

El concepto de «cadena de supervivencia» hace alusión a una secuencia de acciones que permitirían, si se llevaran a cabo rápidamente, la supervivencia de un número significativo de víctimas de MSC^{9,10}. Dichas acciones, que deben estar perfectamente interconectadas entre sí para ser eficaces, son las siguientes:

1. Reconocimiento de la víctima o de los signos premonitorios de riesgo.
2. Llamada rápida y activación de los sistemas médicos de emergencia.
3. Resucitación cardiopulmonar básica.
4. Desfibrilación precoz.
5. Intubación y administración de drogas intravenosas como parte de las maniobras de resucitación cardiopulmonar avanzada.

Activación precoz del sistema de emergencias

El primer eslabón de la cadena de supervivencia incluye el reconocimiento precoz de la víctima y el acceso a la misma con rapidez. El tiempo requerido para este acceso comienza en el momento en el que se reconoce la emergencia, bien por la propia víctima o por un testigo de la misma. Dicho tiempo incluye la decisión de llamar a los sistemas de emergencia, el tiempo necesario para localizar un teléfono y el número del servicio de emergencias, la respuesta a las preguntas de la persona que recibe la llamada, la decisión de enviar un vehículo de emergencias, la llamada a la ambulancia, la llegada de ésta al lugar y el examen de la víctima. Todas estas acciones añaden minutos al intervalo crítico entre el inicio de la parada cardíaca y el comienzo del tratamiento de emergencia.

Para intentar acortar el intervalo de tiempo entre el inicio de la PCR y la llegada del personal de emergencias se han llevado a cabo varios abordajes. La adquisición de un mayor número de ambulancias ha demostrado ser cara e ineficaz y supone una reducción en el tiempo de respuesta muy breve^{11,12}, que puede ser alcanzado simplemente y con menor coste con una mejor educación sanitaria de la población y unos sistemas de comunicación con los equipos de emergencia más eficaces.

Por tanto, el acceso precoz a la víctima puede mejorar notablemente mediante la educación pública, en especial de aquellas personas que con mayor posibilidad pueden ser testigos de una parada cardíaca¹³, así como con la instalación de un sistema de comunicación de emergencias eficiente^{14,15}. Deben diseñarse programas de educación para mejorar el reconocimiento, por parte de la población, de una persona con una parada cardíaca, así como aprender a llamar rápidamente al sistema de emergencias. En este sentido, es fundamental la estandarización de un número telefónico de tres dígitos que idealmente debiera ser universal.

Resucitación cardiopulmonar básica precoz

El siguiente eslabón en la cadena de supervivencia es el inicio precoz de las medidas de RCP básica¹⁰. Éstas deben comenzarse inmediatamente después de que se ha reconocido la víctima y deberían ser realizadas por ciudadanos entrenados más que por parte de personal de servicios de emergencias, ya que con raras excepciones, el inicio de las RCP por estos últimos suele llevarse a cabo cuando ya es demasiado tarde¹⁶.

La asociación entre inicio precoz de las maniobras de RCP básica y una mayor supervivencia radica en varias acciones. La RCP básica proporciona suficiente flujo sanguíneo al cerebro y miocardio para mantener a estos órganos temporalmente viables. No obstante, su principal valor se debe al efecto sobre la fibrilación ventricular: la RCP básica confiere una mayor posibilidad de que el paciente continúe en fibrilación ventricular cuando llegan los equipos que disponen de desfibrilador¹⁷. En un estudio realizado en Washington se observó que el 80% de las víctimas de MSC estaban en FV o TV cuando habían recibido RCP básica frente a un 68% en caso contrario¹⁸. En estos pacientes es más probable que la desfibrilación consiga la reversión a ritmo normal del paciente y la reinstauración de las funciones circulatorias.

Para ello, la RCP debe iniciarse precozmente y debe seguirse de una rápida desfibrilación y medidas de RCP avanzada. La RCP básica es menos eficaz si el personal de los servicios de emergencia equipados con desfibrilador llega demasiado tarde. La combinación de RCP básica tardía (más de 4 min) y de desfibrilación y RCP avanzada tardía (más de 12 min) es

especialmente letal^{19,20}. En todos los estudios realizados que comparaban la supervivencia de las personas que habían recibido RCP básica se observó un beneficio de la instauración precoz de la misma frente al inicio tardío, de tal modo que las *odds ratio* para una mayor supervivencia con aquella alcanzaban valores de hasta 11,5^{10,18,21-28}. Recientemente, Cobb et al realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar los efectos de proporcionar 90 segundos de RCP básica a personas con FV extrahospitalaria antes de que se llevara a cabo la primera desfibrilación al llegar los técnicos de emergencias médicas. El diseño del estudio fue prospectivo, con una primera fase de preintervención (42 meses) y una segunda de intervención de 36 meses en la que se hacía hincapié en realizar aproximadamente 90 segundos de RCP básica antes de llevar a cabo la desfibrilación. La supervivencia mejoró del 24 al 30% ($p = 0,04$) y el beneficio se obtuvo principalmente en pacientes para los que el intervalo inicial de respuesta fue de 4 min o inferior. La proporción de víctimas que sobrevivió con una favorable recuperación neurológica aumentó del 17 al 23% ($p = 0,01$) y entre los supervivientes, la proporción de los que tuvieron una evolución neurológica favorable al alta aumentó del 71 al 79% ($p < 0,1$)²⁹. Existen varias estrategias para intentar conseguir que las medidas de RCP básica se inicien de forma precoz. La primera de ellas es el entrenamiento de todos los ciudadanos en la maniobras de RCP básica³⁰. La American Heart Association ha sugerido que si el 20% de los adultos estuvieran entrenados en estas maniobras la morbilidad y mortalidad de la parada cardíaca extrahospitalaria se vería reducida significativamente³¹. Sin embargo, algunos expertos dudan del hecho de que los ciudadanos puedan alcanzar un nivel de entrenamiento adecuado que ofrezca protección a las víctimas, ya que la mayoría nunca van a presenciar un episodio de muerte repentina y muchos de ellos no realizan nuevos cursos para mantener el nivel de formación alcanzado. En este sentido, el estudio de Minneapolis puso de manifiesto que sólo un 10% de la población entrenada en RCP ha presenciado una parada cardíaca y sólo el 30% de los testigos presenciales han recibido entrenamiento en RCP³². No obstante, algunos estudios ofrecen datos positivos y han puesto de manifiesto que la existencia de algunos conocimientos sobre técnicas de RCP es tan prevalente que muchas personas intentan realizar maniobras de RCP a pesar de no haber recibido un entrenamiento formal en las mismas y de las características físicas desagradables encontradas durante las mismas (saliva, sangre o vómitos)^{33,34}. También se ha observado en algún estudio que las maniobras de RCP llevadas a cabo por ciudadanos no entrenados tuvieron similares resultados a las que realizaron personas entrenadas³⁵. Otra aproximación al problema es el entrenamiento dirigido a personas que con mayor probabilidad presenciarán una PCR como familiares de per-

sonas identificadas como grupos de riesgo de MSC^{32,36,37}. Por último, otro método empleado consiste en proporcionar instrucciones telefónicas a las personas que llaman para comunicar la existencia de una víctima de PCR para que éstas realicen las maniobras de RCP básica de forma precoz, aunque no hayan sido entrenadas previamente o para mejorar la calidad de la RCP realizada por personas con entrenamiento previo basado en simulaciones sobre maniquí^{33,38,39}.

Resucitación cardiopulmonar avanzada precoz

En muchas ocasiones, la RCP y la desfibrilación solas no logran la resucitación de la víctima o no mantienen la misma. Son necesarias las medidas de soporte vital avanzado (intubación endotraqueal y administración de medicación intravenosa) para mejorar las posibilidades de supervivencia.

En los EE.UU. estas medidas son aplicadas por paramédicos. En Europa no hay paramédicos y las UVI móviles que disponen de enfermeras o médicos de emergencias son las primeras unidades que proporcionan medidas de soporte vital avanzado.

Varios estudios han demostrado el beneficio de las medidas de soporte vital avanzado comparadas con sólo la desfibrilación, con una mayor tasa de supervivientes^{40,41}. Por ello es fundamental la puesta en marcha de protocolos bien coordinados que combinen la desfibrilación precoz con unidades que realicen rápidamente medidas de soporte vital avanzado.

Desfibrilación precoz

La piedra angular en el tratamiento eficaz de la MSC es la desfibrilación precoz, el eslabón esencial dentro de la cadena de supervivencia⁴²⁻⁴⁶. Este eslabón puede llevarse a cabo de varios modos:

1. Mediante DEA usados por el personal de emergencias médicas y «primeros auxiliares».
2. Mediante DEA usados por miembros de la comunidad.
3. Programas de desfibrilación en casa para pacientes de alto riesgo^{47,48}.
4. Desfibrilación transtelefónica.

La importancia de la desfibrilación precoz radica, por una parte, en el hecho de que casi el 85% de las personas con parada cardíaca extrahospitalaria presentan taquiarritmias ventriculares malignas durante los primeros minutos tras su inicio⁴⁹ y por otra, en que la supervivencia, como veremos más adelante, es tanto mayor cuanto más rápido se efectúe la desfibrilación⁵⁰.

Ahora bien, para poder conseguir la meta de una desfibrilación precoz es fundamental permitir que otros individuos, no médicos, lleven a cabo la desfibrilación. En este contexto surge el concepto de acceso

público a la desfibrilación, basado en un razonamiento deductivo: puesto que la desfibrilación precoz mejora el pronóstico de los pacientes con PCR secundaria a FV, la mayor disponibilidad de DEA debería traducirse en una desfibrilación más precoz y, por consiguiente, en una mayor supervivencia de las víctimas de PCR⁵¹. Sin embargo, aunque el concepto es atractivo y diversas evidencias clínicas refuerzan esta idea como la única estrategia aceptable para conseguir la desfibrilación precoz, su eficacia no ha sido aún probada de forma prospectiva⁴⁶.

En los primeros programas de resucitación extrahospitalaria en los que la desfibrilación era llevada a cabo por paramédicos, el tiempo entre el colapso del paciente y la llegada de aquellos era superior a 12 min. Esto explica que la supervivencia fuera pobre, oscilando entre el 7 y el 18%⁵²⁻⁵⁴. Diversas investigaciones llevadas a cabo a principios de los años ochenta demostraron la habilidad del personal menos entrenado que los paramédicos, como los técnicos de emergencias médicas, para llevar a cabo eficazmente la desfibrilación^{40,55-61}. Sin embargo, los programas de desfibrilación precoz llevados a cabo por técnicos de emergencias sanitarias y bomberos se expandieron de una forma lenta debido fundamentalmente a barreras legales y a la controversia que suponía la transferencia de un acto médico como la desfibrilación a manos de personal no médico. No obstante, la eficacia clínica demostrada por la desfibrilación precoz ha permitido una amplia aceptación de dicho principio.

La desfibrilación precoz lleva aparejada el hecho de que la persona que llegue al lugar de la víctima lleve un desfibrilador y esté entrenada en su manejo. Por ello, con pocas excepciones el desfibrilador debe ser automático. Los DEA son muy seguros y eliminan la necesidad de un entrenamiento complicado en el reconocimiento de los trastornos del ritmo cardíaco⁴². El operador sólo debe poner los electrodos adhesivos del desfibrilador en la persona que se cree que presenta una PCR. Cuando se activa, el sistema analiza el ritmo del paciente y si es FV o TV el aparato o bien carga y suministra un choque (equipos automáticos) o bien indica al operador que es necesario el choque (semiautomáticos), en cuyo caso es el operador el que libera el mismo pulsando un botón. La simplicidad de la operación disminuye el tiempo de entrenamiento y aumenta el número de personas que pueden manejar estos equipos.

Cada año un mayor número de ciudades y comunidades en los EE.UU. permiten el uso de DEA y convencionales por técnicos de emergencias médicos y por personal menos entrenado denominados primeros auxiliares, un término que se refiere específicamente a personas que han completado un programa de entrenamiento en RCP básica y en el manejo de un DAE. El término también puede hacer alusión a un grupo mucho mayor de empleados públicos en diversas pro-

fesiones relacionadas con la seguridad ciudadana como bomberos, personal de ambulancias, voluntarios de organizaciones de emergencias, agentes de policía, guardas de seguridad, personal de vías aéreas o transportes por tren o terrestres, etc.⁴⁴.

Fundamentos biofísicos

Desde el punto de vista biofísico, los aspectos más importantes de la desfibrilación son la forma de onda a emplear y la energía del choque.

Existen dos tipos de ondas de desfibrilación: monofásicas y bifásicas⁶². En el caso de las monofásicas la corriente viaja en un solo sentido. A su vez existen diversos tipos de onda monofásica dependiendo de la velocidad con la que la onda vuelve al punto de voltaje 0: gradualmente (onda sinusoidal amortiguada) o de forma instantánea (onda exponencial truncada). En las ondas bifásicas la corriente de desfibrilación viaja en un sentido durante un tiempo determinado y en una segunda fase se invierte el mismo de tal modo que la corriente fluye en sentido contrario. En las pasadas 2 décadas ha sido objeto de una amplia investigación. Trabajos recientes sugieren que las ondas bifásicas alcanzan la misma eficacia de desfibrilación que las ondas monofásicas pero con menos energía de desfibrilación y ocasionando una menor lesión miocárdica⁶²⁻⁶⁸. Sin embargo, algunos expertos creen que el tipo de onda no es un aspecto crucial, ya que casi todos los tipos de onda empleados hoy día en los DEA pueden desfibrilar eficazmente si la energía del choque es suficientemente alta, sin que produzcan una lesión miocárdica clínicamente significativa⁶⁹. Por otra parte, las diferencias en el tamaño y peso de los DEA no son tan importantes en función del tipo de onda en los modelos de los que se dispone actualmente en el mercado. Por último, y más importante, ningún estudio realizado en humanos ha demostrado que la supervivencia después de una muerte súbita cardíaca sea mayor con choques bifásicos que con otras formas de onda. En la actualidad muchos de los DEA emplean ondas monofásicas truncadas exponenciales o monofásicas sinusoidales amortiguadas, aunque existen cada vez más equipos que incorporan ondas bifásicas truncadas exponenciales.

En cuanto a la energía de desfibrilación, los niveles de energía recomendados para los desfibriladores monofásicos son en la actualidad aquellos englobados dentro del algoritmo de soporte vital avanzado (ALS) de desfibrilación del European Resuscitation Council: 200, 200 y 360 J. En el caso de las ondas bifásicas truncadas exponenciales no hay acuerdo en relación con la energía óptima a utilizar aunque la mayoría de los autores aconsejan 3 choques de 150 J⁶². Una función añadida recientemente a muchos de ellos es la modificación automática de la energía liberada en función de la impedancia transtorácica del paciente medida por el DEA⁷⁰⁻⁷³.

Requerimientos del equipo

El desfibrilador externo semiautomático es un dispositivo computarizado que, aplicado sobre el tórax del paciente, analiza su ritmo, aconsejando o no descarga, quedando esta última decisión en manos del operador. Se trata de un sistema de desfibrilación muy fiable.

En 1990, el American Heart Association Task Force sobre el futuro de la RCP resucitación cardiopulmonar y en 1994 el Joint AHA/ACC Task Force sobre desfibrilación externa automática recomendaron a la industria manufacturadora de equipos médicos el desarrollo de DEA que fueran pequeños, de bajo peso, fáciles de usar, de larga duración, libres de mantenimiento, económicos y provistos de voz^{42,74}. La industria respondió a este llamamiento y en la actualidad existen cuatro compañías en EE.UU. que tienen modelos que reúnen e incluso sobrepasan estos requerimientos. En España existen dos compañías que comercializan estos equipos: Physiocontrol y Hewlett Packard.

Los equipos deben reunir los siguientes requerimientos:

1. Completamente seguros.
2. Altamente específicos en la detección de ritmos susceptibles de choque.
3. Fáciles de usar.
4. Bajo peso.
5. Bajo coste.
6. Mínimo mantenimiento.
7. Posibilidad de registro.

Posteriormente, la American Heart Association ha actualizado dichas recomendaciones para aumentar la seguridad y eficacia de los DEA. Estas recomendaciones hacen hincapié en una elevada sensibilidad para la detección de ritmos susceptibles de choque, una alta especificidad para los ritmos no susceptibles de descarga, el empleo de ondas de desfibrilación que reduzcan los requerimientos de energía y permitan reducir el peso y tamaño de los dispositivos y la necesidad de los mayores niveles de seguridad para su aplicación al concepto de acceso público a la desfibrilación⁷⁵. Por su parte, el European Resuscitation Council urge a los fabricantes de desfibriladores para que lleven a cabo acciones encaminadas a estandarizar, en la medida de lo posible los controles, la voz y órdenes en pantalla, el cable de conexiones, el sistema de palas-electrodos de desfibrilación, las interfases para la transmisión de datos y los procedimientos de prueba basados en bancos de datos de ECG estandarizados⁷⁶. Además, los DEA deben ser configurables para acomodar futuros cambios en las recomendaciones.

Guías para su uso

El manejo de la PCR usando DEA es el siguiente⁷⁶:

1. *Llegada de los auxiliares.* La desfibrilación tiene prioridad. Si son 2 personas, una de ellas tiene que

comenzar la secuencia de desfibrilación, mientras que la otra activa el sistema de emergencias médicas, trae el equipo adicional para realizar RCP y ayuda a la primera cuando sea necesario en las maniobras de RCP. Si sólo hay una persona ésta debe activar el sistema de emergencias médicas, recoger el desfibrilador e iniciar la secuencia de desfibrilación tan rápido como sea posible. Es muy importante que se pongan en marcha de forma simultánea las comunicaciones móviles para activar otros componentes de la cadena de supervivencia. En el futuro esto podrá alcanzarse cuando el primer auxiliador recoja el DEA de su lugar habitual.

2. *Medidas de soporte vital básico.* En primer lugar, debe comprobarse la ausencia de respuesta de la víctima, abrir la vía aérea y comprobar la ausencia de respiración y de pulso. Cuando hay un DEA inmediatamente a mano, no debe perderse tiempo en realizar dos ventilaciones tras comprobar la parada respiratoria, pero cuando no hay un DEA disponible debe realizarse el algoritmo de RCP básica.

3. *Golpe precordial.* Si el auxiliador está entrenado en medidas de soporte vital avanzado puede dar un golpe precordial antes de poner el DEA. Las personas entrenadas sólo en soporte vital básico no deben hacerlo.

4. *Aplicar el DEA.* La bolsa del DEA debe contener una tijeras fuertes para cortar la ropa de la víctima y una maquinilla para rasurar el pelo del pecho con el objeto de obtener un buen contacto de los electrodos. El lugar de colocación en el tórax está dibujado en los mismos.

5. *Choque.* Cuando está indicado un choque la prioridad es la desfibrilación rápida y no está indicado comprobar el pulso entre los tres primeros choques, ya que interfiere con el correcto análisis del ritmo por el dispositivo.

6. *Medidas de RCP básica durante un minuto después de los tres primeros choques.* Durante este minuto (generalmente cuatro ciclos de RCP cuando hay un solo auxiliador), no deben interrumpirse las maniobras para comprobar el pulso o pulsar el botón de análisis del DEA ya que, en este último caso, las maniobras de RCP por sí mismas pueden producir un artefacto que puede ser reconocido por el DEA como un ritmo susceptible de choque.

7. *No indicación de choque.* Cuando no está indicado un choque es probable que el paciente se encuentre en asistolia o en disociación electromecánica. En estos casos, deben realizarse medidas de RCP durante 3 minutos que no deben ser interrumpidas para comprobar la presencia de pulso o para pulsar el botón de análisis del DEA. Después de los 3 min, el DEA indicará que debe pararse la RCP y activar el botón de análisis. Si éste confirma que no se debe dar choque se comprobará la presencia o no de pulso. En caso de que el choque no esté indicado después de un episodio de fibrilación ventricular el período de RCP antes del siguiente análisis debe acortarse a 1 min.

8. *Continuar el algoritmo de DEA hasta que se puedan realizar medidas de soporte vital avanzado.* Cuando no está indicado el choque y no hay pulso las maniobras de RCP básica deberán mantenerse hasta la llegada de una unidad de soporte vital avanzado.

En caso de FV o TV persistente en algunos sistemas se espera a la llegada de unidades de soporte vital avanzado, mientras que en otros después de 12 choques si existen unidades de transporte disponible se traslada al paciente a un lugar donde se pueda realizar este soporte.

Importancia clínica

La desfibrilación eléctrica es la medida terapéutica aislada más importante en el tratamiento de la FV. El período de tiempo que transcurre entre el inicio de la FV y la desfibrilación es el principal determinante de la supervivencia.

Diversos estudios han demostrado que por cada minuto de retraso en aplicar la desfibrilación se produce una disminución de la supervivencia entre un 7 y un 10%⁷⁷. Así, por ejemplo, si un individuo es cardiovertido en 1 a 2 minutos desde el inicio de la FV, la supervivencia es de aproximadamente un 80%. Sin embargo, la tasa de supervivencia disminuye rápidamente a un 25% si la desfibrilación se lleva a cabo después de 5 min, al 10% después de 10 y tan sólo al 5% si se realiza pasados 15 min del inicio.

Pero, además de una mayor tasa de supervivencia, la desfibrilación precoz consigue salvar una mayor cantidad de miocardio y una mejor recuperación neurológica. Varios estudios han demostrado reducciones significativas en la fracción de eyección de ventrículo izquierdo y en las funciones neurológicas a medida que aumenta el tiempo hasta la desfibrilación⁷⁸.

Resultados

Diversos estudios han analizado la eficacia de la desfibrilación externa automática ofreciendo, en la mayoría de los casos, resultados prometedores.

Weaver et al⁴¹, en un estudio realizado en la ciudad de Seattle, compararon en un total de 1.287 pacientes con parada cardíaca extrahospitalaria la eficacia del tratamiento inicial con DEA por parte de los bomberos frente a la de la desfibrilación convencional proporcionada por paramédicos. El tiempo de respuesta de los bomberos fue en promedio 3 min menor que el de los servicios médicos de emergencia. El DAE permitió desfibrilar $5,1 \pm 3,2$ min antes de lo que hubiera sido posible si sólo los servicios de asistencia médica de emergencia hubiesen contado con capacidad de desfibrilación. La supervivencia fue significativamente mayor en aquellos pacientes cuya FV fue descubierta y tratada por los bomberos mediante DEA (30%) que en

el grupo de pacientes a los que sólo se aplicó soporte vital básico hasta la llegada de los servicios médicos de emergencia (19%; $p < 0,01$). Los factores determinantes de una mayor supervivencia fueron el colapso ante testigos, la menor edad del paciente, la FV de onda gruesa, el tiempo breve de respuesta por paramédicos y el tratamiento inicial por bomberos con DEA.

White et al⁷⁹, en un estudio realizado en Rochester, Minnesota (85 km², 80.000 habitantes), analizaron la eficacia de la desfibrilación precoz llevada a cabo por la policía frente a la realizada por paramédicos. La oficina central de emergencias notificaba simultáneamente a los servicios médicos de emergencias y a la policía la existencia y lugar de una PCR. De un total de 158 episodios 84 fueron debidos a FV. La policía tardó un tiempo medio de 5,6 minutos en dar el primer choque frente a 6,3 los paramédicos; 31 episodios de FV (37%) fueron desfibrilados por la policía, consiguiendo la recuperación hemodinámica espontánea tras la desfibrilación en 13 casos, la totalidad de los cuales sobrevivió. Los 18 restantes necesitaron soporte vital avanzado, con una supervivencia del 27%. Entre los 53 casos tratados por paramédicos, 15 presentaron recuperación tras la desfibrilación, de los que 14 sobrevivieron y los 38 restantes necesitaron soporte vital avanzado, con una supervivencia del 25%. El tiempo desde el aviso al primer choque fue menor en aquellos pacientes que presentaron recuperación hemodinámica tras la desfibrilación. La supervivencia al alta hospitalaria fue del 49% en el grupo tratado primero por la policía y del 43% en el grupo tratado en primer lugar por paramédicos. Los principales factores determinantes de supervivencia fueron la recuperación hemodinámica espontánea tras la desfibrilación y el intervalo entre el aviso y el choque.

Un estudio realizado en la ciudad de Nueva York demostró los beneficios de la DEA en la reducción del tiempo hasta la desfibrilación y la mejoría de la supervivencia cuando era llevada a cabo por primeros auxiliares⁸⁰. Durante el período de estudio un total de 84 sujetos presentaron parada cardíaca por FV. De los 31 individuos tratados con un DEA por la policía un 58% pudieron ser dados de alta del hospital. De los 53 cardiovertidos mediante DEA por parte de técnicos de emergencias médicas la supervivencia al alta hospitalaria fue del 43%. La supervivencia global al alta en la serie fue del 49% y el tiempo medio hasta la desfibrilación de 5,5 min, significativamente menor que los controles históricos.

Mosesso et al⁸¹ realizaron en Allegheny County (120 km², y 145.000 habitantes) un estudio con fase control y fase de intervención en el que se emplearon 30 DAE por la policía, recibiendo entrenamiento para su uso. Se intentaron 183 resucitaciones en fase control y 282 en la fase de intervención de las que el 44 y el 45%, respectivamente, fueron por FV. El uso de DAE por la policía supuso una reducción de 3,5 min

(51%) del intervalo entre el aviso y el primer choque. La supervivencia al alta no fue diferente entre las fases (6% en la fase control y 14% en la de intervención; $p = 0,1$). La desfibrilación externa llevada a cabo por la policía se asoció con una mayor supervivencia (el 26 de la policía frente al 3% del servicio de emergencias médicas). En el análisis realizado en la fase de intervención se demostró que el uso de DAE por la policía era el único predictor independiente de supervivencia al alta hospitalaria.

O'Rourke et al⁸² estudiaron la utilidad del uso de DEA en los aviones y terminales de aeropuertos de una línea aérea australiana (Quantas Airlines cardiac arrest program). En 1991 se dotaron con DAE los 55 aviones que formaban la flota internacional y sus terminales. Durante 5 años la compañía transportó en dicha flota un total de 31 millones de pasajeros. Los DAE se utilizaron en 109 ocasiones: 63 para monitorizar a un pasajero súbitamente enfermo y 46 por episodios de parada cardíaca. De ellos, 27 episodios se produjeron a bordo de un avión y 19 en terminales atendidas por dicha línea aérea. En el 41 de los casos la parada cardíaca se produjo sin testigos y en el 78% de los casos el ritmo registrado fue asistolia o disociación electromecánica. En 6 pasajeros se detectó fibrilación ventricular a bordo y en cinco se logró la desfibrilación. La supervivencia a largo plazo se consiguió en el 26% de los casos (2 de 6 pacientes a bordo y 4 de 17 casos en las terminales). El tiempo hasta la desfibrilación en los casos de FV a bordo fue de 38 segundos. El uso de DAE permitió no sólo el tratamiento de los episodios de parada cardíaca por FV que se producen a bordo sino también ayudar en el manejo de otro tipo de situaciones en las que resulta útil la monitorización del ritmo cardíaco. Por otra parte, el empleo de DAE supuso un ahorro de recursos, ya que evitó desvíos innecesarios de ruta y/o aterrizajes de emergencia en casos de parada cardíaca por asistolia o disociación electromecánica⁸³.

Stiell et al analizaron el impacto en la supervivencia de la mejora de un programa de desfibrilación precoz en 19 comunidades urbanas o suburbanas con un total de 2,7 millones de habitantes en el distrito de Ontario, Canadá. Dichos autores realizaron una primera fase del estudio (fase I, 36 meses) en la que se evaluaron la eficacia y la eficiencia de varias intervenciones en el contexto hospitalario⁸⁴. Posteriormente realizaron una segunda fase (fase II, 36 meses) en la que las comunidades mejoraron su sistema de emergencia médica para lograr que el intervalo de aviso-llegada de un vehículo provisto con desfibrilador fuese menor de 8 minutos en, al menos, el 90% de las paradas. El objetivo primario del estudio fue la supervivencia al alta hospitalaria. Se atendieron un total de 4.690 PCR durante la fase I y 1.641 durante la fase II, cuyas víctimas presentaron características clínicas y demográficas similares. La proporción de casos que cumplían los requisi-

tos de llegada en menos de 8 minutos aumentó del 76 al 92%. La supervivencia al alta hospitalaria se elevó en su conjunto del 3,9 al 5,2%. Este aumento relativo del 33% en la supervivencia representa 21 vidas salvadas por año en la comunidades del estudio (aproximadamente una vida salvada al año por cada 120.000 habitantes)⁸⁵.

A la luz de estos resultados cabe esperar que la expansión del uso de DEA con la consiguiente disminución del tiempo a la desfibrilación se asocie con un aumento de la supervivencia. No obstante, resulta evidente la necesidad de un ensayo clínico controlado que evalúe la eficacia y el coste del acceso precoz a la desfibrilación. El estudio debe documentar, además, los potenciales errores de uso del dispositivo y posibles complicaciones del mismo. El American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillators ha propuesto un diseño de estudio para dicho ensayo⁴⁴. La hipótesis principal de este ensayo multicéntrico es que la participación de primeros auxiliares junto a un sistema médico de emergencias estándar aumentaría la supervivencia al alta hospitalaria de los pacientes que sufren una PCR extrahospitalaria en comparación con la que se obtendría únicamente con la participación de los sistemas médicos de emergencia. Serían objetivos secundarios del estudio el análisis de la supervivencia a los 3 meses, la supervivencia sin daños neurológicos, la disminución del tiempo hasta la desfibrilación y la relación coste-eficacia de ambas estrategias.

Niveles de acceso público a la desfibrilación

Existen cuatro niveles de acceso público a la desfibrilación⁴⁴:

1. Desfibrilación por primeros auxiliares tradicionales que proporcionan cuidados médicos de emergencia: policía, bomberos o personal de patrulla en carretera.

2. Desfibrilación por primeros auxiliares no tradicionales: incluye guardaespaldas, personal de seguridad y personal de vuelo de las compañías aéreas.

3. Desfibrilación por ciudadanos que han recibido entrenamiento en la utilización de DEA. Suelen ser personas interesadas en proporcionar cuidados cardiológicos de emergencia, generalmente en el seno de una casa donde reside un miembro de la familia de alto riesgo.

4. Desfibrilación por testigos mínimamente entrenados: se trata de personas que presencian una PCR y tienen un DEA disponible pero que no han recibido entrenamiento formal en DEA. Este nivel de desfibrilación podrá ser aplicable con la introducción de nuevas tecnologías que proporcionen mayor dirección automática al usuario, llamada automática a los sistemas de emergencia y posiblemente desfibrilación

asistida por teléfono por personal de servicios de emergencia.

Desfibrilación por personal del servicio de emergencias médicas

Los servicios de emergencias médicas existentes en algunas ciudades son muy efectivos para tratar la MSC. Así, por ejemplo, los servicios de Seattle y King County, en Washington, tienen una supervivencia al alta del hospital del 13,9 y 17,2% respectivamente^{41,55,86}. Sin embargo, los resultados en otras ciudades son mucho peores. Así, por ejemplo, un sistema de emergencias médicas en la ciudad de Nueva York⁸⁷, llevado a cabo por bomberos que proporcionan RCP básica y desfibrilación seguidos por la actuación de paramédicos que llevaban a cabo las maniobras de RCP avanzada, sólo consiguió una supervivencia al alta hospitalaria del 1,4% y un sistema llevado a cabo por paramédicos en la ciudad de Chicago sólo logró un 1,8%⁸⁸. En estas últimas ciudades el intervalo entre el inicio de la parada cardíaca y la desfibrilación es prolongado, debido a la congestión urbana, los grandes edificios de oficinas y las extensas residenciales. Por tanto, en ciudades en las que los sistemas de atención actuales a las víctimas de MSC consiguen una buena supervivencia el acceso público a la desfibrilación puede tener poco impacto^{89,90}. Sin embargo, en aquellas otras en las que los resultados sean malos (< 5% de supervivencia al alta hospitalaria), el acceso público a la desfibrilación puede ser de una gran importancia^{91,92}.

Los profesionales del servicio médico de emergencias que proporcionan soporte vital básico deben ser entrenados para usar un DEA y cada ambulancia de primera línea debe tener la capacidad de proporcionar desfibrilación.

El personal que proporciona soporte vital avanzado (como personal de ambulancia) debe ser entrenado para el uso de desfibriladores manuales o DEA. Estos profesionales tienen, además, la capacidad adicional de proporcionar cuidado avanzado de la vía aérea, conseguir acceso a la circulación y administrar fármacos, interpretar el ECG y manejar manualmente los controles del DEA.

El European Resuscitation Council hace hincapié en el hecho de que la desfibrilación por parte de personal de servicios de emergencias médicas es sólo uno de los componentes de la cadena de supervivencia. Los directores y organizadores de programas deben asegurar que los otros eslabones de la cadena de supervivencia se ponen en marcha precozmente. La desfibrilación por servicios médicos de emergencia será de limitado valor salvo que se vea acompañado de un acceso precoz, una RCP básica temprana y un soporte vital avanzado precoz^{76,93-96}. Además, es esencial que estén disponibles comunicaciones móviles

eficaces con los servicios médicos de emergencia para asegurar el contacto con los otros eslabones de la cadena. Por último, debe llevarse a cabo un programa de formación continuada para el personal con objeto de asegurar una alta calidad de este tipo de cuidado.

Desfibrilación por primeros auxiliares

Como hemos visto anteriormente, diversos estudios han demostrado los beneficios de la DEA en la reducción del tiempo hasta la desfibrilación y la mejoría de la supervivencia cuando era llevada a cabo por primeros auxiliares^{41,79-82,5,97,98}.

Dado que pueden pasar minutos de importancia vital entre el inicio de la FV y la llegada de los servicios médicos de emergencia, la desfibrilación inmediata por primeros auxiliares es el siguiente escalón lógico después de que se haya conseguido la implementación de la desfibrilación por el personal de ambulancias.

Se definen como «primeros auxiliares» aquellas personas entrenadas, no médicos, que actúan independientemente dentro de un sistema médicamente controlado. Éstos incluyen:

1. Primeros auxiliares profesionales o voluntarios, personal de servicios médicos de emergencia.
2. Primeros auxiliares diferentes del personal de servicios médicos de emergencia, que acude antes de la llegada de los servicios médicos de emergencia.

Todos los programas de desfibrilación por «primeros auxiliares» deben operar bajo estricto control por médicos cualificados y con experiencia en programas de manejo de emergencias que tendrán la responsabilidad de asegurar que se pone en funcionamiento cada eslabón de la cadena de supervivencia y que tienen un acceso adecuado a la información sobre la evolución del paciente, lo que permitirá sistemas de auditorias de los resultados y una evaluación crítica de los mismos con objeto de confirmar que la desfibrilación por primeros auxiliares tiene un beneficio clínico. No debe permitirse el uso de desfibriladores manuales en los programas de desfibrilación por primeros auxiliares.

Pueden ser áreas para la investigación la desfibrilación por parte de: bomberos, personal de seguridad y oficiales de policía, salvavidas, personal de compañías de transporte (aviones, trenes y barcos), personal encargado de acontecimientos multitudinarios y personas encargadas de proporcionar primeros auxilios en su puesto de trabajo.

Los desfibriladores para primeros auxiliares deben colocarse en terminales de transporte, centros comerciales, estadios deportivos, complejos de entretenimiento, edificios de oficinas y otros lugares públicos y su efectividad en ellos debe ser evaluada.

El European Resuscitation Council hace hincapié en varios aspectos⁷⁶:

1. La desfibrilación precoz por un primer auxiliador, al igual que por un miembro de un servicio de emergencias médicas, es sólo uno de los componentes de la cadena de supervivencia y los responsables deben asegurar el correcto funcionamiento de otros eslabones de la cadena.

2. Es esencial la disponibilidad de un equipo eficaz de comunicaciones por radio o por teléfono. No existen datos disponibles en la actualidad acerca de la interferencia entre DEA y equipos de radio o telefonía móviles.

3. Deben desarrollarse programas de entrenamiento específicos para los primer auxiliador encaminados a una aplicación eficaz combinada de la DEA con las técnicas de soporte vital básico.

4. El coordinador médico del programa debe revisar cada caso cuando un desfibrilador haya sido usado por un primer auxiliador y realizar una evaluación crítica de los primeros auxiliares que hayan usado su desfibrilador en una parada cardíaca.

Recomendaciones de entrenamiento

El entrenamiento de primeros auxiliares debe tener una duración en torno a 8 h⁷⁶. El contenido principal del mismo es el conocimiento de la cadena de supervivencia, la RCP básica y la DEA. Debe incluir la práctica en escenarios simulados, habilidades psicomotoras (como la colocación de las palas) y cuestiones de seguridad (como alejarse del paciente en el momento el choque). Debe hacerse más hincapié en conseguir las metas que en el contenido. Además, para ciudadanos normales se recomienda incluir aspectos emocionales que pueden estar implicados en la resucitación de personas extrañas. Debe dedicarse un tiempo para preguntas y aclarar dudas.

En cuanto al intervalo de reentrenamiento no está claro, pero parece adecuado realizar el mismo en intervalos de 6 a 12 meses. El tiempo de estas sesiones de repaso es de 2 h, aunque depende del entrenamiento y la experiencia previa.

El entrenamiento debe ser proporcionado por instructores acreditados dentro de un sistema controlado por médicos.

Ubicación

Diversos grupos de expertos recomiendan que los DEA sean colocados en lugares donde se puede esperar que ocurra una MSC y donde no haya personas específicamente entrenadas y dotadas de material para proporcionar asistencia.

La colocación de DEA en lugares públicos es una estrategia razonable únicamente en aquellos sitios con

una incidencia relativamente alta de parada cardíaca. Cada comunidad debe identificar estos lugares para planificar un emplazamiento racional de los DEA y hacer mayor su utilidad.

En 1994 el Joint AHA/ACC Task Force on Automatic External Defibrillation (AED) recomendó a las comunidades y líderes políticos aumentar la disponibilidad de DEA en lugares públicos como, por ejemplo, edificios de oficinas, centros comerciales, hoteles, comunidades de retiro, edificios de apartamentos, aeropuertos, aviones, barcos que realicen cruceros o estadios deportivos, así como en zonas rurales y áreas urbanas altamente congestionadas en las que los equipos de emergencia tienen un difícil acceso⁴².

Diversos estudios han analizado los lugares donde se producen la mayor parte de las MSC^{99,100}. Recientemente, Becker et al, en un estudio realizado en las ciudades de Seattle y King County, pusieron de manifiesto que los lugares en los que se produjeron un mayor número de paradas cardíacas fueron el aeropuerto internacional, la prisión, grandes centros comerciales, estadios deportivos, grandes edificios industriales, campos de golf, refugios, terminal de barcos y tren, club de salud y gimnasios y, por último, clubes de jubilados¹⁰¹.

En nuestro país es excepcional la existencia de equipos de DEA en lugares públicos. Este hecho no es de extrañar si se tiene en cuenta el poco interés que hasta ahora ha existido entre las autoridades sanitarias por el acceso público a la desfibrilación o el hecho de que incluso la dotación de desfibriladores externos en los propios hospitales está muy por debajo de lo que sería deseable.

Relación coste-eficacia

Existe muy poca información en la bibliografía a este respecto. Nichol et al, en un metaanálisis de estudios de RCP llevada a cabo por sistemas médicos de emergencias, comprobaron que la reducción en el tiempo hasta la desfibrilación no sólo mejoraba la supervivencia sino que también era atractiva desde el punto de vista económico⁵⁸. En el estudio OPALS II, el coste de la optimización del programa de desfibrilación precoz fue de 7 millones de pesetas por vida salvada en el establecimiento del programa y de 0,3 millones en su mantenimiento⁸⁵. Más recientemente, Nichol et al han comparado, empleando un modelo no experimental de decisión, la potencial relación coste-eficacia de los servicios de emergencias médicas frente a la suplementación de estos con el acceso público a la desfibrilación. Los análisis de éstos autores sugerían que en un sistema urbano de emergencias médicas con una supervivencia global del 8%, la implementación de un programa de acceso público a la desfibrilación por ciudadanos entrenados se asociaría con un incremento de la mediana de supervivencia del

0,7% y un coste de 44.000 dólares por QALY (*quality-adjusted life year*). La implementación de los servicios de emergencias médicas con un programa de desfibrilación precoz llevado a cabo por la policía se asociaría con un incremento en la mediana de supervivencia de 3,9% y un coste de 27.000 dólares por QALY. El impacto en la salud pública sería importante ya que en un país como los EE.UU., donde la supervivencia media al alta hospitalaria está en torno al 8%, la puesta en marcha de dichos programas supondría más de 4.000 vidas salvadas anualmente en el caso de ser llevado a cabo por ciudadanos entrenados y más de 20.000 en el caso de la policía. Este estudio también ha puesto de manifiesto que los resultados de la puesta en marcha de estos programas dependen de la proporción de pacientes que sobreviven a una PCR con los sistemas convencionales de emergencias médicas y del coste de instaurar y mantener un programa de acceso público a la desfibrilación. Por ello, las decisiones acerca de instaurar un programa de este tipo en una determinada comunidad deben tener en cuenta dichas variables¹⁰². No obstante, el tipo de diseño y análisis empleado en este estudio tiene importantes limitaciones y es evidente la necesidad de estudios experimentales en este campo como, por ejemplo un estudio aleatorio y controlado que evalúe la efectividad y la relación coste-beneficio de la expansión del uso de la desfibrilación en un programa de acceso público a la desfibrilación.

Dificultades actuales para una mayor difusión

El hecho de que la desfibrilación sea un acto médico supone un obstáculo legal que en muchos países impide el uso de los DEA por personal de la calle. En este sentido la legislación es muy variable en diferentes países e incluso en diferentes Estados de un mismo país como los EE.UU.

Aunque diversos estudios han referido la eficacia del uso de DEA por parte de primeros auxiliares como técnicos de emergencias médicas, bomberos y policía, la eficacia del uso de DEA por parte de ciudadanos entrenados está siendo investigada en la actualidad. Domanovits et al demostraron que incluso personas que habían recibido entrenamiento exclusivamente en medidas de soporte vital básico, cuando empleaban un DEA sin ninguna instrucción previa eran capaces de proporcionar tres choques secuenciales en una parada cardíaca simulada por fibrilación ventricular persistente¹⁰³. Un estudio publicado recientemente ha puesto de manifiesto que en un escenario simulado de parada cardíaca la velocidad de manejo de un DEA por niños de sexto grado no entrenados previamente fue sólo ligeramente inferior a la de profesionales (técnicos de emergencias médicas o paramédicos), lo que sugiere que la extensión del uso de DEA puede que únicamente requiera un modesto entrenamiento¹⁰⁴.

En nuestro país se está llevando a cabo un estudio sobre la viabilidad de implantación y resultados de un programa de desfibrilación externa semiautomática aplicada por oficiales de transporte sanitario (técnicos en emergencias) en unidades de soporte vital básico pertenecientes al SAMUR. Dicho estudio se adapta a las recomendaciones del International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) para la implantación de programas DESA y su utilización por personal de ambulancias. En dicho estudio se compara el tiempo entre el inicio de la PCR y la primera desfibrilación, los pacientes admitidos vivos al hospital y la supervivencia al alta en tres grupos en función de que la atención inicial haya sido proporcionada por una unidad de soporte vital básico con o sin DEA o por unidad unidad de soporte vital avanzado. Los resultados preliminares de este estudio reflejan una clara disminución del tiempo hasta la primera desfibrilación en el grupo de soporte vital básico con DEA ($6 \pm 2,8$ min frente a $17,6 \pm 6,4$ min en los otros dos) y resultados alentadores en cuanto a la supervivencia¹⁰⁵.

ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES DE LA DESFIBRILACIÓN PRECOZ

A pesar de lo atípico del contexto, resultaría muy conveniente la incorporación de los principios y nuevos conceptos bioéticos en la valoración de las acciones en la RCP. La esfera bioética se caracteriza por la exigencia de una sociedad moderna de establecer una relación médico-paciente sobre bases igualitarias o equilibradas frente a un modelo tradicional de corte paternalista. Existe un importante consenso en abordar los conflictos potenciales utilizando cuatro principios bioéticos. El principio de no maleficencia (no realizar actos que produzcan daño), el de justicia (distribuir los recursos aplicados proporcionadamente y con equidad), el de respeto a la autonomía del paciente (hacer primar sus propios valores y expectativas por encima de nuestro concepto de cuál es su bien) y el de beneficencia (promover el bien del paciente). De ellos los dos primeros son jerárquicamente superiores cuando se analizan contradicciones entre estos principios¹⁰⁶. Ahora bien, la evaluación ética de las acciones relacionadas con la RCP se caracteriza por dos circunstancias que la diferencian de otros problemas habitualmente analizados empleando la metodología bioética. En primer lugar, los hechos a evaluar en la RCP (más aún en la extrahospitalaria) afectan a la conducta no sólo de médicos y enfermeras, sino también a menudo de personal no sanitario. En segundo lugar, el contexto de urgencia vital obliga de modo imperioso a la toma de una u otra decisión, casi siempre sin disponer de la información suficiente que se requeriría¹⁰⁷. Esto obliga a relativizar cualquier valoración ética de los hechos analizados. A la luz del principio de beneficencia uno explica la conducta de quien presta socorro, más obli-

gadamente cuanto mayor es la cercanía a la víctima y la responsabilidad. Dado que las acciones de la RCP no están carentes de daño potencial, el deber de no maleficencia nos aconseja no emplearlas cuando tengamos conciencia (intransferible) de que las maniobras no tienen probabilidades razonables de éxito (futilidad) o cuando no estamos seguros de poder aplicarlas correctamente (acciones proporcionadas al entrenamiento). El principio de justicia (distribuir medios y recursos limitados) nos ayudaría, junto con el de no maleficencia, a limitar la dedicación de personal y recursos demandables por otros cuando las expectativas (a nuestro intransferible juicio) de supervivencia empiezan a ser remotas, justificándose el fin de las maniobras de RCP¹⁰⁸. El respeto a la autonomía del paciente nos impediría llevar a cabo las maniobras contra su voluntad conocida, directa o indirectamente, pero siempre de modo formal e inequívoco¹⁰⁹. Todo ello en el contexto de la urgencia de tiempo y lo limitado de la información, con el principio habitualmente aceptado de, ante la duda, llevar a cabo la RCP. En cuanto al DAE, puesto que se ha demostrado científicamente su eficacia, su utilización por alguien entrenado no constituye mayor problema ético que la de cualquier otro medio usado en RCP.

En cuanto a la esfera legal sus pilares fundamentales son la legislación y además, en tanto en cuanto lo contenido en la normativa sea insuficiente, en la jurisprudencia, es decir, en el criterio desarrollado por los jueces y basado en su interpretación de normas generales y principios jurídicos, en la propia posición ética-ideológica del juez y los conocimientos técnicos al alcance del juez. Una adecuada legislación y jurisprudencia debería dejar suficientemente claros conceptos como quién está autorizado y obligado a iniciar maniobras de RCP y bajo qué requisitos, quién está autorizado u obligado a desfibrilar y quién puede y de qué modo decidir la interrupción de las medidas de RCP. En un ámbito más global podría establecerse la conveniencia de que existiera un conjunto de normas o «cuerpo» legal que afrontara directamente los aspectos relacionados con la RCP y que abordara en mayor o menor profundidad aspectos como proteger los derechos de las víctimas de PCR (a tener oportunidad de ser reanimados, a serlo o no serlo, a ser protegidos de la lesión potencial), proteger conductas de buena fe (del que actúa, del que no actúa o del que decide el fin de las maniobras de RCP), definir condiciones estructurales (medios técnicos y personales de determinados ámbitos y equipos), precisar el nivel de obligación y formación (entrenamiento y cualificación requerido por los diferentes participantes y sus competencias en función de su perfil profesional), regular procedimientos para reclamaciones y defender intereses de colectivos.

En los Estados Unidos, donde se han extendido antes los programas de desfibrilación precoz y con una sociedad de enraizada tradición de reclamar por daños

reales o supuestos relacionados con los cuidados sanitarios, desde hace años, la mayoría de los Estados disponen de las denominadas leyes «del Buen Samaritano», que proporcionan inmunidad ante responsabilidades civiles a las personas que de buena fe practiquen acciones de rescate o resucitación^{110,111}. Sin embargo, ya en 1995, la ausencia de una legislación estatal más precisa era considerada el principal obstáculo para la extensión de programas de desfibrilación precoz¹¹². Desde 1994 se han extendido legislaciones específicas sobre DEA que permiten expresamente su uso por «no médicos». Las leyes del «Buen Samaritano» se van reformando e incluyen expresamente párrafos que protegen específicamente a rescatadores no paramédicos que usen DEA. En 1994, 36 Estados permitían la desfibrilación por paramédicos, mientras que en 1997 eran prácticamente todos los que lo permitían. En 1996, 27 Estados permitían su uso a personal de rescate no paramédico y seis lo permitían a cualquiera que hubiese obtenido una certificación en su entrenamiento. El pasado año, casi todos los Estados permitía dicho uso. La American Heart Association, la Cruz Roja y otros organismos tratan de incluir en la legislación federal la «Cardiac Arrest Survival Act», que aborde, entre otros, el establecimiento de un programa federal de entrenamiento para primeros auxiliares, de un modelo de organización de los equipos médicos de emergencias, que asegure al acceso de los ciudadanos, de los lugares en que obligatoriamente deben establecerse DAE, incluyendo aviones comerciales, el garantizar la inmunidad («Buen Samaritano») para socorristas, primeros auxiliares, instructores y propietarios de locales y el desarrollo de una base de datos nacional.

La situación europea es muy heterogénea. En 1998 el European Resuscitation Council revisó la situación en 28 países europeos. En dos de ellos (Grecia y Turquía), la desfibrilación está estrictamente reservada a los médicos. En unos 10 países la legislación existente podría constituir un obstáculo para la extensión de programas de defibrilación precoz. En España y en el Reino Unido no existe ninguna limitación legal para el uso de los DEA, pero tampoco ninguna legislación positiva que lo autorice. En nuestro país, al margen de las referencias en la Constitución al derecho a la vida o en el Código Penal a la omisión del deber de prestar socorro, la legislación que hace referencia a desfibrilación o RCP es anecdótica. La Sociedad Española de Cardiología en sus guías de actuación para el manejo de pacientes con infarto agudo de miocardio recomienda (clase IIa) disponer de DAE y del entrenamiento suficiente del personal en todas las ambulancias de transporte sanitario dedicadas a las urgencias, así como en todos los centros de salud, especialmente en el medio rural y (clase IIb) estudiar la ubicación de DEA en aquellos lugares donde exista un colectivo de riesgo¹¹³.

Los profesionales sanitarios deben ejercer presión sobre la opinión pública y sobre aquellas personas y organismos públicos responsables de la dirección de los servicios de emergencia dentro del hospital y prehospital, y sobre aquellas personas con poderes regulatorios o legislativos para que se permitan cambios en la práctica y en la legislación, donde sean necesarios con objeto de conseguir la meta de la desfibrilación precoz. En este sentido sería deseable una normativa que garantizara la protección de los intereses de quienes participan de buena fe en la RCP ante posibles reclamaciones. A pesar de todo ello, a la vista del criterio más usual entre los jueces, hoy día no es probable que el uso de DAE acarree problemas jurídicos o legales a personas con un mínimo entrenamiento.

Es urgente una normativa que regule la existencia de estos medios (DAE) y el entrenamiento del personal implicado en instalaciones sanitarias (centros de salud o ambulancias) y otros medios asistenciales (equipos de rescate, bomberos o aeronaves). La legislación debería estar impregnada de principios con carga bioética (derecho de acceso a los medios o protección de conductas de buena fe), más que del reflejo de intereses coyunturales de personas o colectivos. La Sociedad Española de Cardiología debería contribuir de forma activa a allanar los obstáculos para la generación de esta legislación y a la creación de foros que contribuyan a dotar de conocimientos técnicos al respecto a legisladores, jueces y juristas.

BIBLIOGRAFÍA

- Marrugat J, Elosua R, Gil M. Epidemiología de la muerte súbita cardíaca en España. *Rev Esp Cardiol* 1999; 52: 717-725.
- Myerburg RJ, Castellanos A. Cardiac arrest and sudden death. En: Braunwald E, editor. *Heart disease: A textbook of cardiovascular medicine* (5.ª ed.). Filadelfia: WB Saunders, 1997; 742-779.
- Zipes DP, Wellens HJJ. Sudden cardiac death. *Circulation* 1998; 98: 2334-2351.
- Guillum RF. Sudden coronary death in the United States: 1980-1985. *Circulation* 1989; 79: 756-765.
- Holmberg M, Holmber S, Herlitz J. The problem of out-of-hospital cardiac arrest prevalence of sudden death in europe today. *Am J Cardiol* 1999; 83: 88D-90D.
- Grupo Valenciano de Estudios sobre la Muerte Súbita. Muerte súbita en la ciudad de Valencia. *Rev Esp Cardiol* 1987; 40 (Supl): 84.
- Cosín J. Muerte súbita extrahospitalaria en España. En: Bayés de Luna A, Brugada P, Cosín J, Navarro F, editores. *Muerte súbita cardíaca*. Barcelona: Doyma S.A., 1991; 13-21.
- Pérez G, Marrugat J, Sunyer J, Sala J y el Grupo de Estudio REGICOR. Mortalidad cardíaca súbita en las comarcas de Girona. *Med Clin (Barc)* 1992; 99: 489-492.
- Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the «chain of survival» concept: a statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation* 1991; 83: 1832-1847.

10. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care. Emergency Cardiac Care Committee and Subcommittees. American Heart Association. *JAMA* 1992; 268: 2171-2302.
11. Graf WS, Polin SS, Paegel BL. A community program for emergency cardiac care: A three-year coronary ambulance paramedic evaluation. *JAMA* 1973; 226: 156-160.
12. Hallstrom AP. Improving the EMS system. En: Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom AP, editores. *Sudden cardiac death in the community*. Filadelfia: Praeger Pubs., 1984; 126-139.
13. Mandel LP, Cobb LA. CPR training in the community. *Ann Emerg Med* 1985; 14: 669-671.
14. Mayron R, Long RS, Ruiz E. The 911 emergency telephone number: Impact on emergency medical systems access in a metropolitan area. *Am J Emerg Med* 1984; 2: 491-492.
15. Eisenberg M, Hallstrom A, Becker L. Community awareness of emergency phone numbers. *Am J Public Health* 1981; 71: 1058-1060.
16. Thompson BM, Stueven HA, Mateer JR, Aprahamian CC, Tucker JF, Darin JC. Comparison of clinical CPR studies in Milwaukee and elsewhere in the United States. *Ann Emerg Med* 1985; 14: 750-754.
17. Weaver WD, Cobb LA, Dennis D, Ray R, Hallstrom AP, Copass MK. Amplitude of ventricular fibrillation waveform and outcome after cardiac arrest. *Ann Intern Med* 1985; 102: 53-55.
18. Cummins RO, Eisenberg MS, Hallstrom AP, Litwin PE. Survival of out-of-hospital cardiac arrest with early initiation of cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med* 1985; 3: 114-119.
19. Eisenberg M, Bergner L, Hallstrom A. Paramedic programs and out-of-hospital cardiac arrest: Factors associated with successful resuscitation. *Am J Public Health* 1979; 69: 30-38.
20. Mullie A, Van Hoeyweghen R, Quests A. Cerebral Resuscitation Study Group. Influence of time intervals on outcome of CPR. *Resuscitation* 1989; 17 (Suppl): 23-33.
21. Lund Y, Skulberg A. Cardiopulmonary resuscitation by lay people. *Lancet* 1976; 2: 702-704.
22. Copley DP, Mantle JA, Rogers WJ, Russell RO Jr. Improved outcome for prehospital cardiopulmonary collapse with resuscitation by bystanders. *Circulation* 1977; 56: 901-905.
23. Thompson RG, Hallstrom AP, Cobb LA. Bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation in the management of ventricular fibrillation. *Ann Intern Med* 1979; 90: 737-740.
24. Guzy PM, Pearce ML, Greenfield S. The survival benefit of bystander cardiopulmonary resuscitation in a paramedic-served metropolitan area. *Am J Public Health* 1983; 73: 766-769.
25. Roth R, Stewart RD, Rogers K, Cannon GM. Out-of-hospital cardiac arrest: Factors associated with survival. *Ann Emerg Med* 1984; 13: 237-243.
26. Stueven H, Troiano P, Thompson B, Mateer JR, Kastenson EH. Bystander/first responder CPR: Ten years experience in a paramedic system. *Ann Emerg Med* 1986; 15: 707-710.
27. Ritter G, Wolfe RA, Goldstein S, Landis JR, Vasu CM, Acheson A et al. The effect of bystander CPR on survival of out-of-hospital cardiac arrest victims. *Am Heart J* 1985; 110: 932-937.
28. Spaite DW, Hanlon T, Criss EA, Valenzuela TD, Wright AL, Kealey KT et al. Prehospital cardiac arrest? The impact of witnessed collapse and bystander CPR in a metropolitan EMS system with short response times. *Ann Emerg Med* 1990; 19: 1264-1269.
29. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh LT, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, Hallstrom AP. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999; 281: 1182-1188.
30. Eisenburger P, Safar P. Life supporting first aid training of the public: review and recommendations. *Resuscitation* 1999; 41: 3-18.
31. Selby ML, Kautz JA, Moore TJ, Gombesky WR JR, Ramirez AG, Farge EJ et al. Indicators of response to a mass media CPR recruitment campaign. *Am J Public Health* 1982; 72: 1039-1042.
32. Murphy RJ, Luepker RV, Jacobs DR Jr, Gillum RF, Folsom AR, Blackburn H. Citizen cardiopulmonary resuscitation training and use in a metropolitan area: The Minnesota Heart Survey. *Am J Public Health* 1984; 74: 513-515.
33. Eisenberg MS, Hallstrom AP, Carter WB, Cummins RO, Bergner L, Pierce J. Emergency CPR instruction via telephone. *Am J Public Health* 1985; 75: 47-50.
34. McCormack AP, Damon SK, Eisenberg MS. Disagreeable physical characteristics affecting bystander CPR. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 283-285.
35. Cobb LA, Hallstrom AP. Community-based cardiopulmonary resuscitation: What have we learned? *Ann NY Acad Sci* 1982; 382: 330-342.
36. Goldberg RJ, Gore JM, Love DG, Ockene JK, Dalen JA. Layperson CPR. Are we training the right people? *Ann Emerg Med* 1984; 13: 701-704.
37. Pane G, Salness K. Targeted recruitment of senior citizens and cardiac patients to a mass CPR training course. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 152-154.
38. Carter WB, Eisenberg MS, Hallstrom AP, Schaeffer S. Development and implementation of emergency CPR instructions via telephone. *Ann Emerg Med* 1984; 13: 695-700.
39. Kellerman AL, Hackman BB, Somes G. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: validation of efficacy. *Circulation* 1989; 80: 1231-1239.
40. Eisenberg MS, Hallstrom AP, Copass MK, Bergner L, Short F, Pierce J. Treatment of ventricular fibrillation: emergency medical technician defibrillation and paramedic services. *JAMA* 1984; 251: 1723-1726.
41. Weaver WD, Hill D, Fahrenbruch CE, Copass MK, Martin JS, Cobb LA et al. Use of the automatic external defibrillator in the management of out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 1988; 319: 661-666.
42. Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, Moss AJ, Nichol G, Ornato JP, et al, for the Automatic External Defibrillation Task Force. American Heart Association Report on the public access defibrillation conference December 8-10, 1994. *Circulation* 1995; 92: 2740-2747.
43. Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, Moss AJ, Nichol G, Ornato JP, et al, for the Automatic External Defibrillation Task Force. Public access defibrillation. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association task force on automatic external defibrillation. *Circulation* 1995; 92: 2763-2764.
44. Nichol G, Hallstrom AP, Kerber RE, Moss AJ, Ornato JP, Palmer DG et al. American Heart Association Report on the Second Public Access Defibrillation Conference, April 17-19, 1997. *Circulation* 1998; 97: 1309-1314.
45. Bossaert L, Callanan V, Cummins RO. Early defibrillation. An advisory statement by the Advanced Life Support Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation* 1997; 34: 113-115.
46. Kern KB. Public access defibrillation: a review. *Heart* 1998; 80: 402-404.
47. Eisenberg MS, Moore J, Cummins RO, Andresen E, Litwin PE, Hallstrom AP et al. Use of the automatic external defibrillator in homes of survivors of out-of-hospital ventricular fibrillation. *Am J Cardiol* 1989; 63: 443-446.
48. Moore JE, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom A, Litwin P, Carter W. Lay person use of automatic external defibrillation. *Ann Emerg Med* 1987; 16: 669-672.
49. Bayés de Luna A, Coumel P, Leclercq JF. Ambulatory sudden cardiac death: Mechanisms of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. *Am Heart J* 1989; 117: 151-159.
50. Cummins RO. From concept to standard-of-care? Review of the clinical experience with automated external defibrillators. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 1269-1275.
51. Varon J, Sternbach GL, Marik PE, Fromm RE Jr. Automatic external defibrillators: lessons from the past, present and future. *Resuscitation* 1999; 41: 219-223.

52. Bachman JW, McDonald GS, O'Brien PC. A study of out-of-hospital cardiac arrests in northeastern Minnesota. *JAMA* 1986; 256: 477-483.
53. McSwain GR, Garrison WB, Artz CP. Evaluation of resuscitation from cardiopulmonary arrest by paramedics. *Ann Emerg Med* 1980; 9: 341-345.
54. Eisenberg MS, Horwood BT, Cummins RO, Reynolds-Haertle R, Hearne TR. Cardiac arrest and resuscitation: a tale of 29 cities. *Ann Emerg Med* 1990; 19: 179-186.
55. Eisenberg MS, Copass MK, Hallstrom AP, Blake B, Bergner L, Short FA et al. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with rapid defibrillation by emergency medical technicians. *N Engl J Med* 1980; 302: 1379-1383.
56. Stults KR, Brown DD, Schug VL, Bean JA. Prehospital defibrillation performed by emergency medical technicians in rural communities. *N Engl J Med* 1984; 310: 219-223.
57. Weaver WD, Copass MK, Bufe D, Ray R, Hallstrom AP, Cobb LA. Improved neurologic recovery and survival after early defibrillation. *Circulation* 1984; 69: 943-948.
58. Nichol G, Detsky AS, Stiell IG, O'Rourke K, Wells G, Laupacis A. Effectiveness of emergency medical services for victims of out-of-hospital cardiac arrest? a metaanalysis. *Ann Emerg Med* 1996; 27: 700-710.
59. Watts DD. Defibrillation by basic emergency medical technicians: effect on survival. *Ann Emerg Med* 1995; 26: 635-639.
60. Schneider T, Mauer D, Diehl P, Dick W, Brehmer F, Juchems R et al. Early defibrillation by emergency physicians or emergency medical technicians: a controlled prospective multicenter study. *Resuscitation* 1994; 27: 197-206.
61. Cummins RO, Eisenberg MS, Litwin PE, Graves JR, Hearne TR, Hallstrom AP. Automatic external defibrillators used by emergency medical technicians. A controlled clinical trial. *JAMA* 1987; 257: 1605-1610.
62. Cummins RO, Hazinski MF, Kerber RE, Kudenchuk P, Becker L, Nichol G et al. Low-energy biphasic waveform defibrillation: evidence-based review applied to emergency cardiovascular care guidelines. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association Committee on Emergency Cardiovascular Care and the Subcommittees on Basic Life Support, Advanced Cardiac Life Support and Pediatric Resuscitation. *Circulation* 1998; 97: 1654-1667.
63. Greene HL, DiMarco JP, Kudenchuk PJ, Scheinman M, Tang ASL, Reiter MJ et al. Comparison of monophasic and biphasic defibrillating pulse waveforms for transthoracic cardioversion. *Am J Cardiol* 1995; 75: 1135-1139.
64. Gliner BE, Lyster TE, Dillion SM, Bardy GH. Transthoracic defibrillation of swine with monophasic and biphasic waveforms. *Circulation* 1995; 92: 1634-1643.
65. Bardy GH, Gliner BD, Kudenchuk PJ, Poole JE, Dolack GL, Jones GK. Truncated biphasic pulses for transthoracic defibrillation. *Circulation* 1995; 91: 1768-1774.
66. Bardy GH, Marchlinski FE, Sharma AD, Workey SJ, Luceri RM, Yee R et al, for the Transthoracic Investigators. Multicenter comparison of truncated biphasic shocks and standard damped sine wave monophasic shocks for transthoracic ventricular defibrillation. *Circulation* 1996; 94: 2507-2514.
67. Yamanouchi Y, Brewer JE, Olson KF, Mowrey KA, Mazgalev TN, Wilkoff BL et al. Fully discharging phases. A new approach to biphasic waveforms for external defibrillation. *Circulation* 1999; 100: 826-831.
68. Reddy RK, Gleva MJ, Gliner BE, Dolack GL, Kudenchuk PJ, Poole JE et al. Biphasic transthoracic defibrillation causes fewer ECG ST-segment changes after shock. *Ann Emerg Med* 1997; 30: 127-134.
69. Grubb NR, Cuthbert D, Cawood P, Frapan AD, Fox KAA. Effect of DC shock on serum levels of total creatine kinase, MB-creatin kinase mass and troponin T. *Resuscitation* 1998; 36: 193-199.
70. Gliner BE, Jorgenson DB, Poole JE, White RD, Kanz KG, Lyster TD et al, for the LIFE investigators. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with a low-energy impedance-compensating biphasic waveform automatic external defibrillator. *Biomedical Instrumentation & Technology* 1998; 32: 631-644.
71. White RD. Early out-of-hospital experience with an impedance-compensating low energy biphasic waveform automatic external defibrillator. *J Intervent Card Electrophysiol* 1997; 1: 203-208.
72. Kerber RD. Early out-of-hospital experience with and impedance-compensating low-energy biphasic waveform automatic external defibrillator. *J Interv Card Electrophysiol* 1997; 1: 209-210.
73. Poole JE, White RD, Kanz KG, Hengstenberg F, Jarrard GT, Robinson JC et al, for LIFE investigators. Low-energy impedance-compensating biphasic waveforms terminate ventricular fibrillation at high rates in victims of out-of-hospital cardiac arrest. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1997; 8: 1373-1385.
74. Cobb LA, Eliastam M, Kerber RE, Melker R, Moss AJ, Newell L et al. Report of the American Heart Association Task Force on the future of cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 1992; 85: 2346-2355.
75. Kerber RE, Becker LB, Bourland JD, Cummins RO, Hallstrom AP, Michos MB et al. Automatic external defibrillators for public access defibrillation: Recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. A statement for health professionals from the American Heart Association Task Force on automatic external defibrillation, subcommittee on AED safety and efficacy. *Circulation* 1997; 95: 1677-1682.
76. Bossaert L, Handley A, Marsden A, Arntz R, Chamberlain D, Ekstrom L et al. European Resuscitation Council Guidelines for the use of automated external defibrillators by EMS providers and first responders. A statement from the Early Defibrillation Task Force, with contributions from the Working Groups on Basic and Advanced Life Support and approved by the Executive Committee. *Resuscitation* 1998; 37: 91-94.
77. Larsen M, Eisenberg M, Cummins R, Hallstrom A. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 1652-1658.
78. Weaver WD, Copass MK, Bufe D, Ray R, Hallstrom AP, Cobb LA. Improved neurologic recovery and survival after early defibrillation. *Circulation* 1984; 69: 943-948.
79. Ornato JP, Hankins DG. Public-access defibrillation. *Prehosp Emerg Care* 1999; 3: 297-302.
80. White RD, Asplin BR, Bugliosi TF, Hankins DG. High discharge survival rate after out-of-hospital ventricular fibrillation with rapid defibrillation by police and paramedics. *Ann Emerg Med* 1996; 28: 480-485.
81. Mosesso VN Jr, Davis EA, Auble TE, Paris PM, Yealy DM. Use of automated external defibrillators by police officers for treatment of out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1998; 32: 200-207.
82. O'Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS. An airline cardiac arrest program. *Circulation* 1997; 96: 2849-2853.
83. O'Rourke RA. Saving lives in the sky. *Circulation* 1997; 96: 2775-2777.
84. Stiell IG, Wells GA, DeMaio VJ, Spaite DW, Field BJ, Munkley DP et al. Modifiable factors associated with improved cardiac arrest survival in a multicenter basic life support/defibrillation system: OPALS Study Phase I results. Ontario Prehospital Advanced Life Support. *Ann Emerg Med* 1999; 33: 44-50.
85. Stiell IG, Wells GA, Field BJ, Spaite DW, De Maio VJ, Ward R et al, for the OPALS Study Group. Improved out-of-hospital cardiac arrest survival through the inexpensive optimization of an existing defibrillation program. OPALS Study Phase II. *JAMA* 1999; 281: 1175-1181.
86. Eisenberg MS, Copass MK, Hallstrom AP, Cobb LA, Bergner L. Management of out-of-hospital cardiac arrest: failure of basic emergency medical technician services. *JAMA* 1980; 243: 1049-1051.
87. Lombardi G, Gallagher EJ, Gennis P. Outcome of out-of-hospital cardiac arrest in New York City: the Pre-Hospital Arrest Survival Evaluation (PHASE) Study. *JAMA* 1994; 271: 678-683.

88. Becker LB, Han BH, Meyr PM, Wright FA, Rhodes KV, Smith DW et al. Racial differences in the incidence of cardiac arrest and subsequent survival. *N Engl J Med* 1993; 329: 600-606.
89. Kellermann AL, Hackman BB, Somes G, Kreth TK, Nail L, Dobyms P. Impact of first-responder defibrillation in an urban emergency medical services system. *JAMA* 1993; 270: 1708-1713.
90. Sweeney TA, Runge JW, Gibbs MA, Raymone JM, Schafermeyer RW, Norton HJ et al. EMT defibrillation does not increase survival from sudden cardiac death in a two-tiered urban-suburban EMS system. *Ann Emerg Med* 1998; 31: 234-240.
91. Lui JC. Evaluation of the use of automatic external defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest in Hong Kong. *Resuscitation* 1999; 41: 113-119.
92. Martens P, Calle P, Vanhaute O. Theoretical calculation of maximum attainable benefit of public access defibrillation in Belgium. *Belgian Cardio Pulmonary Cerebral Resuscitation Study Group. Resuscitation* 1998; 36: 161-163.
93. Handley AJ, Bahr J, Baskett P, Bossaert L, Chamberlain D, Dick W. The 1998 European Resuscitation Council Guidelines for adult single rescuer basic life support: A statement from the Working Group on Basic Life Support, and approved by the executive committee. *Resuscitation* 1998; 37: 67-80.
94. Robertson C, Steen P, Adgey J, Bossaert L, Carli P, Chamberlain D et al. The 1998 European Resuscitation Council Guidelines for adult advanced life support: A statement from the Working Group on Advanced Life Support, and approved by the executive committee. *Resuscitation* 1998; 37: 81-90.
95. Recommendations of a Task Force of the European Society of Cardiology and the European Resuscitation Council on The Pre-hospital Management of Acute Heart Attacks. *Resuscitation* 1998; 38: 73-98.
96. Advanced Life Support Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. Early defibrillation. An advisory statement by the Advanced Life Support Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation* 1997; 34: 113-115.
97. Hoekstra JW, Banks JR, Martin DR, Cummins RO, Pepe PE, Stueven HA et al. Effect of first-responder automated defibrillation on time to therapeutic interventions during out-of-hospital cardiac arrest. The Multicenter High Dose Epinephrine Study Group. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 1247-1253.
98. Shuster M, Keller JL. Effect of fire department first-responder automated defibrillation. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 721-727.
99. Litwin PE, Eisenberg MS, Hallstrom AP, Cummins RO. The location of collapse and its effect on survival from cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1987; 16: 787-791.
100. De Vreede Swagemakers JJM, Gorgels APM, Dobois-Arbouw WI, Van Ree JW, Daemen MJAP, Houben LGE et al. Out-of-hospital cardiac arrest in 1990's: a population-based study in the Maastricht area on incidence, characteristics and survival. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1500-1505.
101. Becker L, Eisenberg ME, Fahrenbruch C, Cobb L. Public locations of cardiac arrest. Implications for public access defibrillation. *Circulation* 1998; 97: 2106-2109.
102. Nichol G, Hallstrom AP, Ornato JP, Riegel B, Stiell IG, Valenzuela T, et al. Potential cost-effectiveness of public access defibrillation in the United States. *Circulation* 1998; 97: 1315-1320.
103. Domanovits H, Meron G, Sterz F, Kofler J, Oschatz E, Holzer M et al. Successful automatic external defibrillator operation by people trained only in basic life support in a simulated cardiac arrest situation. *Resuscitation* 1998; 39: 47-50.
104. Gundry JW, Comess KA, DeRook FA, Jorgenson D, Bardy GH. Comparison of naive sixth-grade children with trained professionals in the use of an automated external defibrillator. *Circulation* 1999; 100: 1703-1707.
105. Acebedo FJ, Fernández MT. Desfibrilación automática realmenteprecoz. *Emergencias* 1998; 10: 135-136.
106. Beauchamp TL, Childress JF. Principles of biomedical ethics. Nueva York: Oxford University Press, 1994.
107. Marco CA. Ethical issues of resuscitation. *Emerg Med Clin North Am* 1999; 17: 527-537.
108. De Vos R, Oosterom L, Koster RW, De Hann RJ. Decisions to terminate resuscitation. *Resuscitation* 1998; 39: 7-13.
109. Iserson KV. Nonstandard advance directives: a pseudoethical dilemma. *J Trauma* 1998; 44: 139-142.
110. Smith SC, Hamburg RS. Automated External Defibrillators. Time for federal and state advocacy and broader utilization. *Circulation* 1998; 97: 1321-1324.
111. SoRelle R. States set to pass laws limiting liability for lay users of automated external defibrillators. *Circulation* 1999; 99: 2606-2607.
112. Newmann MM. Access to early defibrillation: the latest status. *J Emerg Med Services* 1995; 20: 32-24.
113. Arós F, Loma-Osorio A, Alonso A, Alonso JJ, Cabadés A, Coma-Canella I et al. Guías de Actuación Clínica de la Sociedad Española de Cardiología en el Infarto Agudo de Miocardio. *Rev Esp Cardiol* 1999; 52: 919-956.