

Pasado, presente y futuro de los desfibriladores externos automáticos para su uso por no profesionales

FRANCISCO SOCORRO SANTANA

Hospital Universitario Insular de Gran Canaria. Las Palmas, España.

CORRESPONDENCIA:

Francisco Socorro Santana
Hospital Universitario Insular
de Gran Canaria
Plaza Doctor Pasteur, s/n
35011 Las Palmas, España
E-mail: fsocorrohelp@gmail.com

FECHA DE RECEPCIÓN:

11-5-2011

FECHA DE ACEPTACIÓN:

19-6-2011

CONFLICTO DE INTERESES:

Ninguno

Este artículo realiza una mirada histórica sobre la ciencia de la resucitación, y profundiza en el aspecto que mayores éxitos ha conseguido: la desfibrilación externa automática (DEA). Se enumeran los primeros intentos que se conocen para realizar una desfibrilación y el desarrollo efectuado por la ciencia básica, la industria y la tecnología para dar respuesta a los interrogantes de los clínicos. También revisa avances futuros que la tecnología nos ofrecerá y que ya podemos utilizar con algunos DEA: sistemas de geolocalización, ayuda médica a través de tarjeta de voz y ayudas para informar de la calidad de la resucitación. Finalmente se aborda la creación de los programas de acceso público a la desfibrilación, los cuales han conseguido triplicar las cifras de supervivencia al colocar en manos profanas la DEA. Esto los convierte en el avance más importante para el tratamiento de la parada cardiaca desde el inicio de la resucitación cardiopulmonar moderna hace 50 años. [Emergencias 2012;24:50-58]

Palabras clave: Desfibriladores externos automáticos. Desfibrilación externa automática. Resucitación cardiopulmonar.

Introducción

Las tres principales causas de muerte en el mundo, por orden de frecuencia, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y los accidentes. La muerte súbita cardiaca debida a un parada cardiaca inesperada es la primera causa de muerte reversible en los países industrializados. Sus formas habituales de presentación son la taquicardia ventricular (TV) y la fibrilación ventricular (FV), ritmos cardiacos caóticos que deterioran la capacidad de bombeo sanguíneo del corazón y llevan a la muerte en un breve plazo de tiempo.

Desde el punto de vista de la salud pública, las estrategias más eficaces para solucionar el problema deben ir enfocadas a prevenir y tratar estas formas tan frecuentes de muerte súbita: la TV y la FV. La FV es la responsable directa del 85% de las paradas cardiacas que sobreviven y su único tratamiento eficaz es la desfibrilación precoz. En un reciente artículo publicado en la revista JAMA¹, se observa un cambio en la presentación de la FV con una tendencia a su disminución, la cual cae hasta un 79% en paradas cardiacas atendidas en la calle y hasta un 35% en paradas atendidas en el propio domicilio. Una vez ajustadas todas las causas de paradas cardiacas tratadas, se obtiene

una frecuencia del 56% en su presentación. El tiempo de respuesta es un factor tan importante que la mortalidad aumenta un 10% por cada minuto de retraso en la aplicación de la descarga eléctrica.

Las cifras de supervivencia sin déficit neurológico tras un episodio de parada cardiaca son decepcionantes, ya que oscilan entre el 3 y el 8%. El resultado depende en gran medida del ritmo cardiaco inicial, de la presencia de un alertante en el momento del incidente, de la precocidad en el inicio de la resucitación cardiopulmonar (RCP) y de un intervalo de desfibrilación corto².

Este grave problema sanitario es de presentación inesperada, la sintomatología previa es poco frecuente e inmediata a la presentación del evento. Su carácter de imprevisible requiere un sistema extremadamente eficiente para disminuir su elevada morbimortalidad³.

En noviembre de 2010 coincidió en el tiempo la presentación de las *American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care* (Guías de Actuación en RCP y atención cardiovascular de emergencia de la Asociación Americana del Corazón) con el 50 aniversario de la historia de la resucitación moderna, cuyo inicio está marcado por la primera

publicación científica en este campo realizada por Kouwenhoven *et al.*, en el *Johns Hopkins Hospital* y publicada en el *JAMA* en 1960⁴. En dicha conferencia se enfatizó una combinación crítica: la desfibrilación más la RCP obtiene los mejores resultados cuando se combina el masaje cardiaco externo y la desfibrilación externa automática (DEA)⁵.

El DEA es un aparato que mediante una descarga eléctrica, aplicada directamente sobre el pecho descubierto del paciente, puede revertir el ritmo cardiaco caótico y conseguir una contracción cardiaca eficaz. Este efecto terapéutico puede restaurar la función de bomba sanguínea de la víscera cardiaca, y evitar la muerte del paciente. Cuanto más temprana sea la descarga, mayores probabilidades de supervivencia existen, es decir, el tiempo juega un papel fundamental para disminuir la morbimortalidad de esta patología.

Los DEA pueden ser usados por personal no sanitario y por profesionales de la salud y debe ser enseñado su uso como parte del soporte vital básico. La desfibrilación temprana es el punto crítico para la supervivencia de una parada cardiorrespiratoria (PCR)⁷ por varios motivos: el ritmo inicial más frecuente en la PCR extrahospitalaria con testigo es la FV⁸, el tratamiento para la FV es la desfibrilación⁹, la probabilidad de desfibrilación exitosa disminuye rápidamente con el tiempo¹⁰ y la FV tiende a deteriorarse a asistolia con el tiempo^{11,12}.

La DEA se desarrolla en los últimos 20 años y supone la parte de mayor éxito, en relación a la supervivencia de los pacientes, de la historia de la reanimación. El desarrollo de los equipos de DEA ha supuesto un reto para la colaboración entre la ciencia básica, la tecnología y la industria por un lado, y la demanda de los clínicos por el otro, de tal manera que a medida que aumentaba el conocimiento sobre la fisiopatología de la parada cardiaca se obtenía una respuesta adecuada desde el campo de la tecnología.

Antecedentes históricos de la desfibrilación

La historia del tratamiento eléctrico, dentro de las técnicas usadas para la RCP, se puede remontar a 1775 cuando el veterinario danés Abildgaard describe la utilización de una corriente eléctrica para quitar la vida a una gallina y su posterior recuperación del pulso, tras de una descarga en el pecho¹³. En 1849, Ludwig y Hoffa, en Alemania, fueron los primeros en interpretar lo que Abildgaard había inducido. Ellos dieron origen y definieron el término FV¹⁴.

En 1900, Prevost y Batelli llevaron a cabo investigaciones sobre la FV en perros. Encontraron que las descargas tanto, de una corriente alterna débil (AC) como de una corriente continua (DC) producían FV, mientras que era necesaria una corriente mucho más fuerte para desfibrilar¹⁵.

En 1929, el presidente de la empresa eléctrica *Consolidated Edison* en Nueva York buscaba el modo de reducir el número creciente de muertes entre sus empleados debido a electrocución. Su compañía eléctrica pagó la mayor parte de la investigación en lo que es conocido ahora como desfibrilación externa¹⁶.

En 1947 Beck *et al.* realizaron la primera desfibrilación con éxito en humanos, usando una pala interna especialmente diseñada. Aplicó 2 descargas de 110 voltios de corriente alterna y de 1,5 amperios para resucitar a un muchacho de 14 años que se había quedado sin pulso durante una cirugía de tórax. Beck se dio cuenta de que la fibrilación ventricular a menudo ocurría en corazones que eran básicamente sanos y acuñó la frase "corazones demasiado buenos para morir."¹⁷

En 1956, Zoll *et al.* realizaron la primera desfibrilación externa en humanos, utilizando una corriente alterna de 15 amperios que produjo 710 voltios, aplicados a través del pecho, durante 0,15 segundos. A pesar de ser el primer fabricante que desarrolló un desfibrilador externo, fue de los últimos en desarrollar un DEA¹⁸.

En 1961, Alexander, Kleiger y Lown fueron los primeros que describieron el uso de una corriente alterna para terminar la TV. El trabajo de Lown *et al.*, a principios de los años 1960, demostró la superioridad y seguridad de la DC sobre la AC para la desfibrilación¹⁹.

El primer desfibrilador móvil fue introducido en Belfast, bajo la dirección de Pantridge y de Geddes en el Hospital Royal Victoria en Belfast en 1966. Los médicos que asistían en esta ambulancia fueron los primeros en realizar una desfibrilación prehospitalaria con éxito²⁰.

La primera desfibrilación efectuada por técnicos de emergencias médicas (TEM) sin la presencia de médicos fue realizada en Portland, Oregon, en 1969 y fue publicada en 1972.

A principios de los años 1970, el Dr. Arch Diack, el Dr. W. Stanley Welborn y Robert Rullman desarrollaron varios prototipos de DEA que fueron probados en el área de Portland, donde se efectuó la primera desfibrilación con un DEA en 1979²¹.

A lo largo de los años 70 se van incorporando nuevas tecnológicas en los desfibriladores, como el monitor de ECG (1972), la impresión del ECG

(1974) y colocación de electrodos de 12 derivaciones (1979). Posteriormente, se introducen la medida de la impedancia durante la descarga (1980) y antes de la descarga (1982), la adición del marcapasos externo (1985) y la incorporación de ordenes verbales (1989).

Otros ensayos con DEA prehospitalarios comenzaron en Brighton, Inglaterra, en 1980 usando un equipo *HeartAid*. El dispositivo pesaba 13 Kg y usaba un electrodo oral/epigástrico y un electrodo precordial para registrar el ECG y proporcionar las descargas. También era capaz de funcionar como marcapasos transcutáneo²².

En 1982, la Administración de Alimentos y Fármacos estadounidense *Food and Drug Administration* (FDA) dio la aprobación para los ensayos clínicos con TEM que llevaban un desfibrilador manual (*EMT-defibrillation*, *EMT-D*). Finalmente se introducen los DEA en los EMS (*Emergency Medical Services*) hacia 1988. Durante estos años se realizan las primeras investigaciones estadounidenses de EMT-D manual, en Washington (1987), Iowa (1986), Minnesota y Tennessee (1988), las cuales plantean la superioridad del DEA utilizado por un TEM frente a la desfibrilación manual, y ponen de relieve que existe una posibilidad de mejora de la supervivencia si se extiende el uso de los DEA a no profesionales sanitarios^{23,24}.

A principios de los años 1990, se publica el éxito obtenido en la formación y en el uso de DEA por policías y otros primeros respondedores. En 1994 y como consecuencia de los datos obtenidos desde los estudios realizados por los TEM y por los primeros intervinientes no profesionales, se desarrolla en Washington la conferencia de Consenso sobre Acceso Público a la Desfibrilación. Los participantes tomaron los siguientes acuerdos: extender el programa de acceso público a la desfibrilación, realizar investigaciones clínicas con una base más amplia, formar a los profesionales y al público y llevar a cabo las reformas legislativas necesarias para que estos cambios fueran posibles^{25,26}. Finalmente, la FDA aprueba en 1995 los DEA ligeros, para al año siguiente autorizar los primeros DEA bifásicos.

Desarrollo actual de los desfibriladores externos automáticos

La actualidad de los DEA viene reflejada en dos áreas, por un lado los aspectos mecánicos y de funcionamiento y por otro, la que se incide en su difusión a la población, especialmente mediante la unión del impulso de las tecnologías de la comu-

nicación con las guías de actuación recomendadas por los clínicos²⁷.

Los modernos desfibriladores automáticos tienen en común las siguientes características que se detallan a continuación:

Niveles de energía

La desfibrilación es el paso de una corriente eléctrica a través del corazón en una cantidad suficiente para despolarizar una masa crítica de miocardio ventricular. El resultado de la desfibrilación depende del estado metabólico del miocardio, por tanto a mayor duración de la FV, mayor es su deterioro y menores las posibilidades de éxito al desfibrilar. Por tanto la energía que suministra un DEA ha de ser la mínima necesaria para terminar una FV, de tal manera que si la energía y la corriente son muy bajas, la descarga no acaba con la arritmia y si la energía y la corriente son muy altas se daña más el miocardio innecesariamente. Sin embargo no hay una relación clara entre tamaño del cuerpo del paciente y la cantidad de energía a descargar.

Tipo de onda

Los desfibriladores modernos se clasifican según 2 tipos de forma de onda: monofásica y bifásica.

1. Desfibriladores con onda monofásica (Figura 1). Las formas de onda monofásica presentan una sola polaridad, es decir, el flujo de la corriente va en un solo sentido. Se clasifican además por la forma en que el pulso de corriente cae hasta cero. Así tenemos, onda monofásica amortiguada (*monophasic damped sinusoidal* –MDS–), que cae gradualmente a cero y onda monofásica truncada (*monophasic truncated exponential* –MTE–) que cae de manera abrupta. Esta forma de onda ha permanecido invariable desde hace 30 años y produ-

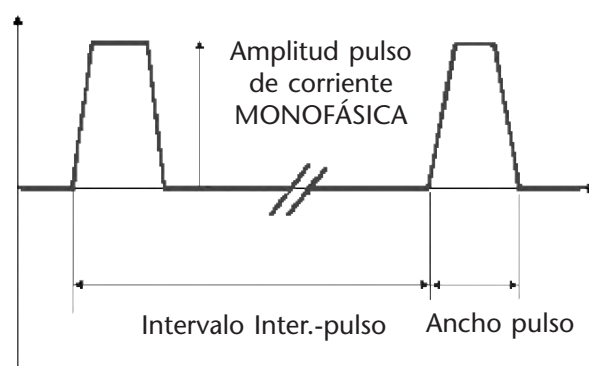


Figura 1. Desfibrilación con onda monofásica.

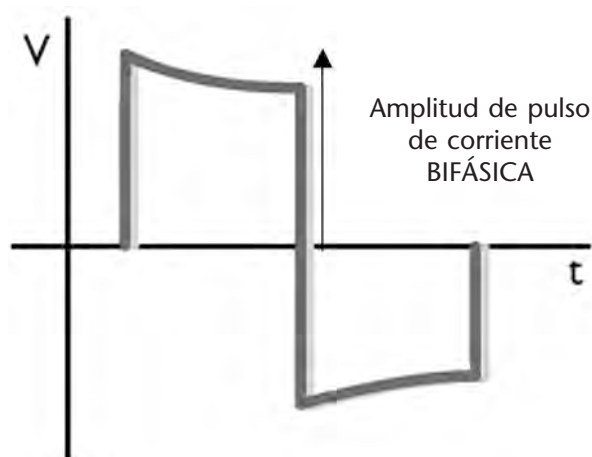


Figura 2. Desfibrilación con onda bifásica.

ce mayor lesión miocárdica y no es efectiva en pacientes con alta impedancia²⁸.

2. Desfibriladores con onda bifásica (Figura 2). La energía tiene dos impulsos de corrientes (la polaridad de la segunda es opuesta a la primera) y es variable dependiendo de la impedancia. Presentan menor voltaje que MDS. Las ventajas de la onda bifásica son que produce menor daño al músculo cardíaco, realiza la desfibrilación con control de impedancia, presenta una reducción en los componentes del aparato, no necesita inductor, el condensador es más pequeño, las baterías más ligeras y los componentes menos robustos. Disminuye un 75% el peso y un 65% el precio. Las diferentes formas de onda bifásica no han sido comparadas en cuanto a la eficacia. Por lo tanto, para desfibriladores bifásicos, la indicación es usar la dosis de energía recomendada por el fabricante (por ejemplo, la dosis inicial de 120 a 200 J, Clase I, nivel evidencia B). Si la dosis recomendada del fabricante no se conoce, se debe desfibrilar con la dosis máxima del equipo del que se dispone (Clase IIb, nivel evidencia C) (Tablas 1 y 2).

Descarga de energía fija o secuencial

Los DEA bifásicos disponibles comercialmente proporcionan niveles de energía fijos o que se pueden escalar. Múltiples ensayos clínicos en humanos, prospectivos y retrospectivos, no han podido identificar un nivel de energía bifásico óptimo para el primer choque y los subsecuentes.

Sin embargo, basado en las pruebas disponibles, la AHA recomienda que los niveles de energías de las segundas y subsecuentes descargas debieran ser niveles de energía al menos equivalentes al primero y más altos si se dispone de ello. (Clase IIb, nivel evidencia B)³⁰.

Tabla 1. Niveles de evidencia científica*

Nivel de evidencia A: datos derivados de múltiples ensayos clínicos randomizados o de meta-análisis.

Nivel de evidencia B: datos derivados de un ensayo clínico randomizado o de grandes ensayos clínicos no randomizados.

Nivel de evidencia C: consenso u opinión de expertos y/o pequeños ensayos, estudios retrospectivos o registros.

*Bassand JP. Improving the quality and dissemination of guidelines: the quest for the Holy Grail. Eur Heart J. 2000;21:1289-90.

Colocación de los electrodos

Las 4 posiciones de colocación de los parches (antero-lateral, antero-posterior, anterior-izquierda-infrascapular y anterior-derecha-infrascapular) son igualmente efectivas para el tratamiento de las arritmias auriculares y ventriculares. Para facilitar la formación y su colocación, la posición antero-lateral es la más razonable (Clase IIa, nivel de evidencia C). Diez estudios indicaron que un tamaño del parche o de la pala (de 8 a 12 cm de diámetro) o mayor disminuye la impedancia transtorácica³¹.

Análisis automático del ritmo

El DEA incorpora un sistema analizador del ritmo cardíaco y un sistema que avisa cuando hay que descargar. Posee un microprocesador que analiza la señal del ECG (Figura 3), midiendo su frecuencia y amplitud y las relaciones entre ambas (pendiente de la onda y morfología de la onda). Posee los siguientes filtros: comprueba si hay señales parecidas a los QRS, si hay señales de radio, si aparece interferencia eléctrica con ciclos de 50/60 hertzios, así como si los electrodos están sueltos y el nivel de contacto de los mismos. Además identifica la existencia de artefactos. La AHA ha marcado unos objetivos para los algoritmos de análisis de las arritmias en los DEA, y especificar la sensibilidad y la especificidad para las diferentes arritmias (Tabla 3). Estos algoritmos identifican tres tipos de alteraciones del ritmo: 1) arritmias que precisan una descarga (FV, TV rápida sin pulso); 2) ritmos que no son tratados con una descar-

Tabla 2. Evaluación de la información según la clasificación de las recomendaciones de la ACC/AHA *practice guidelines*

Clase I:	Existe acuerdo general de que se trata de una medida ÚTIL, BENEFICIOSA Y EFECTIVA.
Clase II:	Diversas opiniones (controversia) en relación a una medida. <ul style="list-style-type: none"> II a. La mayoría, de acuerdo con los datos disponibles, piensa que puede ser útil y eficaz. II b. Gran número de opiniones en contra de que la medida sea útil.
Clase III:	Existe un acuerdo general de que la medida no es útil o efectiva y puede resultar dañina.

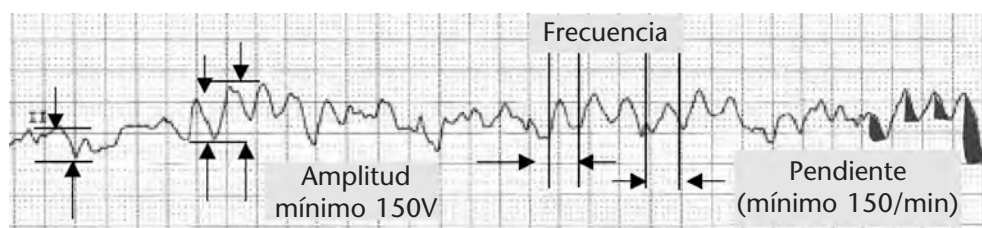


Figura 3. Registro de desfibrilador con microprocesador que analiza la señal electrocardiográfica.

ga [ritmo sinusal normal (RSN), taquicardia supra-ventricular (TSV), bradicardia sinusal (BS), contracciones ventriculares prematuras (CVP), fibrilación auricular (FA), flutter auricular (FA), bloque de 2ª o 3ª grado (BAV), ritmo idioventricular (RIV) y asistolia]; y 3) ritmos intermedios (FV fina, algunas TV). En el caso particular de la TV, el DEA no efectuó una cardioversión sincronizada, pero descargará sobre cualquier TV monomórfica o polimórfica que exceda una frecuencia prefijada³³.

Los DEA han sido sometidos de manera extensa a múltiples controles, entre ellos: ensayos *in vitro* (los DEA han sido comprobados con el análisis de cientos de ritmos contenidos en bancos de ECG) y ensayos clínicos (numerosos estudios en diferentes campos de trabajo, tanto en adultos como en niños confirman que la exactitud en el análisis del ritmo es alta). Los errores encontrados han sido por omisión (sensibilidad)³⁴.

Precauciones especiales en el uso del DEA

Si existe un desfibrilador interno implantado (DAI), y está realizando descargas, se debe esperar de 30 a 60 segundos a que complete su ciclo antes de colocar los parches. Si existe un marcapasos implantado no deben colocarse los parches sobre el mismo. Si existen parches de administración de medicación transdérmica retirarlos antes

de colocar el DEA. Si la víctima está cubierta de agua o muy sudorosa, es razonable retirarla del agua y secar el tórax antes de aplicar los parches. Se puede utilizar el DEA si la víctima está sobre hielo o nieve³⁵.

Uso del DEA en niños

La PCR es menos común en niños que en adultos y sus causas son diversas. La FV se observa en niños y adolescentes entre un 5 a un 15%. La dosis de energía mínima para la desfibrilación eficaz en niños no se conoce. El límite superior para una desfibrilación segura tampoco es conocido, pero dosis mayores a 4 J/kg (hasta 9 J/Kg) han desfibrilado con éxito a niños y sin efectos adversos significativos. Con todo, la dosis recomendada es de 2 J/kg para la primera descarga y de 4 J/kg, para las siguientes. Los DEA de uso infantil tienen parches con atenuador de energía para su uso pediátrico y el rango de edad es desde 1 a 8 años. En niños menores de 1 año se recomienda la selección manual de la energía a descargar³⁶.

El futuro de los desfibriladores externos automáticos

Se puede decir que el futuro ya está aquí permanente. Los equipos actuales están continuamente renovándose. Así aparecen diseños de ondas y niveles de energía que producen el mínimo daño al miocardio, mensajes verbales para ayudar en su uso o sistemas de conexión con los sistemas de emergencias médicas (SEM) para solicitar ayuda de manera automática. En áreas como los aeropuertos, aportan sistemas de localización a lo largo de la terminal. En este sentido, existen ya desfibriladores con dispositivos de geolocalización vía tarjeta de datos o GPS para ayudar a los SEM, informándoles donde está situada la víctima y con conexión vía tarjeta de voz para obtener ayuda médica en directo. También incorporan ayudas para mejorar la calidad de la RCP, dando mensajes auditivos o visuales sobre la realización del masaje

Tabla 3. Categorías de ritmos*

Categoría	Ritmos estudiados
Ritmos desfibrilables	Fibrilación ventricular gruesa ¹ Taquicardia ventricular rápida ²
Ritmos no desfibrilables	Ritmo sinusal normal Taquicardia supraventricular Bradicardia sinusal Contracciones ventriculares prematuras Fibrilación auricular Flutter auricular Bloque de 2º o 3º grado Ritmo idioventricular Asistolia
Ritmos intermedios	Fibrilación ventricular fina Otras taquicardia ventricular

*Tabla modificada de: Richard E. Kerber et al. Circulation. 1997;95:1677-82. doi: 10.1161/01.CIR.95.6.1677.

cardíaco, corregir errores y mantener una reanimación efectiva.

Para que la desfibrilación se produzca en el paciente idóneo, en el lugar donde suceda y en el momento preciso, se unen la ciencia básica, la tecnología y la industria para producir equipos más competentes. A la luz de las "Recomendaciones para la atención cardiovascular de emergencia y la parada cardíaca", publicadas en noviembre del 2010, podemos esperar algunas novedades en el futuro como:

- Ondas multifásicas³⁷. Los datos de estudios realizados en animar sugieren que las formas de onda multifásica (trifásica, cuadrifásica o más alta) pueden desfibrilar con energías inferiores, y por tanto, inducir menos daño miocárdico.

- Aislamiento de la interferencia del movimiento durante el análisis, de manera que no sea necesario suspender el masaje en esta fase. Algunos dispositivos están programados para detectar el movimiento espontáneo del paciente o de otros intervinientes.

- Mejoras en los controles de la calidad de la RCP. En 2 ensayos clínicos recientes se usó un prototipo de DEA para evaluar la calidad de la RCP, tanto en el ámbito prehospitalario como en el hospital. Esto llevó al desarrollo de un DEA que informa a los reanimadores sobre cómo realizan la RCP para corregir y mejorar la calidad de la reanimación proporcionada.

- Desfibrilación basada en la corriente³⁸. Esto permitiría seleccionar la corriente mínima necesaria para desfibrilar con menor energía. Los desfibriladores modernos descargan una corriente basada en la energía que tiene almacenada. Debe tenerse en cuenta el concepto de desfibrilación como el paso de una corriente suficiente para despolarizar el corazón. Por tanto, se insta a utilizar el concepto de desfibrilación basado en la corriente que atraviesa en ese momento al músculo cardíaco, ya que por otro lado la energía es un descriptor no fisiológico de desfibrilación a pesar de su atrincheramiento en la jerga tradicional.

Programas de acceso público a la desfibrilación

En cuanto a la difusión e implantación de los programas de acceso público a la desfibrilación, se ha producido una creciente penetración en las sociedades occidentales, de manera que se ha iniciado así el cumplimiento de los principios de la desfibrilación por personal lego³⁹.

Unos cuantos datos históricos para refrenarlo en 1999 la Cruz Roja Americana incluye el DEA en

los cursos de RCP, y en el año 2002 el DEA *HeartStart* de Phillips se aprueba con prescripción para uso en domicilio. En junio 2002, en Madrid, se crea el primer foro de expertos en desfibrilación semiautomática presentando las "Recomendaciones para el Programa de Acceso Público a la Desfibrilación (APD)". El estado de Nueva York introduce los DEA en las escuelas en el año 2003.

En abril de 2004 la *Federal Aviation Administration* (FAA) ordena que las grandes compañías aéreas lleven y formen a su personal en el uso del DEA. La FDA autoriza el uso del DEA en domicilio sin receta en septiembre del 2004.

Los programas de acceso público a la desfibrilación se basan en los siguientes principios⁴⁰:

1. La desfibrilación precoz, es decir una descarga eléctrica efectiva, liberada dentro de los 5 primeros minutos desde la llamada al SEM es la meta a perseguir con alta prioridad.

2. Los profesionales sanitarios, policías locales, bomberos y todos los componentes de los sistemas de emergencias que puedan actuar como primeros intervinientes deben tener conocimientos de RCP y disponer de equipos y autorización para realizar la desfibrilación.

3. La evidencia apoya el establecimiento de programas de APD en los siguientes casos:

- 3.1. Donde la frecuencia del evento parada cardíaca sea tal que exista una razonable probabilidad de usar un DEA en 5 años (tasa estimada de 1 muerte súbita por 1.000 personas y año).

- 3.2. Donde el intervalo de tiempo "llamada al SEM-desfibrilación" menor a 5 minutos no puede ser fehacientemente conseguido con los servicios convencionales del SEM. En muchas comunidades, este intervalo de tiempo "llamada al SEM-desfibrilación", puede ser alcanzado a través de entrenar y equipar a personas profanas en: a) funcionar como primeros respondientes en la comunidad; b) reconocer una parada cardíaca; c) activar rápidamente al SEM a través del número 1-1-2; d) realizar RCP, el SEM realizará teleasistencia vía 1-1-2, o e) colocar y manejar de manera segura un DEA, con teleasistencia del SEM vía 1-1-2.

- 3.3. Para los primeros respondientes en soporte vital básico (SVB) tales como agentes de policía, bomberos, vigilantes de seguridad, jueces deportivos, tripulantes de transbordadores y aerolíneas (respondientes del nivel 1 en este documento), la formación en RCP y en el uso de DEA es una recomendación Clase IIa. Para los respondedores del nivel 2 tales como ciudadanos en sus lugares de trabajo o en sitios públicos, ésta es una recomendación de clase indeterminada actualmente. Así mismo, para los respondedores del ni-

Tabla 4. Recomendaciones de clase indeterminada

Nivel 1	Respondedores no tradicionales. Clase IIa	Policía Bomberos Salvamento playas Vigilantes seguridad Tripulaciones naves
Nivel 2	Respondedores específicos Clase indeterminada	Son empleados de compañías con trabajo de riesgo, instalaciones públicas, que establecen programa de APD
Nivel 3	Respondedores a personas de alto riesgo (clase indeterminada).	Son miembros de familias que viven con personas con alto riesgo de sufrir una emergencia cardíaca, a estas personas se las entrena en realizar RCP y en usar el DEA cuando uno de sus familiares está en peligro de sufrir una muerte súbita
Nivel 4	Población en general: (Clase indeterminada*).	

APD: acceso público a la desfibrilación; RCP: reanimación cardiopulmonar; DEA: desfibrilador externo automático.

vel 3 (familiares y amigos de personas de alto riesgo) ésta es también una recomendación de clase indeterminada (Tabla 4).

Entre las recomendaciones del primer foro de expertos en desfibrilación automática (Madrid junio 2002) destacan:

1. El programa de APD debe ajustarse a la regulación y legislación, estatal, regional y local (Tabla 5).
2. La desfibrilación temprana es un eslabón más de la cadena de supervivencia, por lo que los programas de DEA deben coordinarse con el SEM local para asegurar la transferencia continua de cuidados tras la llegada de los equipos de SVB o avanzado. Estas recomendaciones son una realidad en nuestro entorno con el liderazgo del 1-1-2. Los cuatro componentes esenciales de los programas de APD son: a) adecuada formación del primer interviniente: plan de formación homologado mediante decreto; b) dirección médica, que fija las líneas estratégicas y realiza un seguimiento y control de los objetivos específicos del plan; c) coordinación con los SEM centralizando las actuaciones y la explotación de datos, actuando el 1-1-2 como órgano fundamental de coordinación en estos eventos donde la primera respuesta puede proporcionarla cualquier sector (sanidad, seguridad, o salvamento y rescate); y d) mantenimiento del equipo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, y seguir las líneas estratégicas definidas por la dirección médica, como elemento fundamental de seguimiento y control de calidad del programa APD.
3. El uso del DEA debe ser incluido progresivamente en el SVB de los "primeros intervinientes".
4. Para evaluar la eficacia de esta difusión, deben realizarse estudios piloto que analicen los resultados tanto en el ámbito individual, como co-

Tabla 5. Legislación en desfibrilación externa automática en España

Comunidad Autónoma	Legislación vigente	Año
La Rioja	Decreto 48/2008 de 18 julio	2008
País Vasco	Decreto 337/2010 de 27 diciembre	2005
Navarra	Decreto Foral 105/2002 de 20 mayo	2002
Murcia	Decreto 349/2007 de 9 de noviembre	2007
Galicia	Decreto 251/2000 de 35 de octubre	2000
Extremadura	Decreto 10/2008 de 25 de enero	2008
Cantabria	Orden SAN/1/2009 de 7 de enero	2009
Cataluña	Decreto 355/2002 de 24 de diciembre	2002
Castilla y León	Decreto 9 /2008 de 31 de enero	2008
Canarias	Decreto 225/2005 de 13 de diciembre	2005
Principado de Asturias	Decreto 24/2005 de 15 de marzo	2006
Aragón	Resolución de la Secretaría General Técnica del Departamento de Salud y Consumo de 13 de marzo de 2006	
Andalucía	Decreto 200/2001 de 11 de septiembre	2001
Valencia	Decret 220/2007 de 7 de noviembre	2007
Castilla-La Mancha	Decreto 9/2009 de 10 de febrero	2009
Illes Balears	Decreto 137/2008 de 12 de diciembre	2008
Madrid	No ha legislado todavía	
MSPSI	Real Decreto 365/2009 de 20 marzo	2009

Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad.

munitario. Los colectivos que más fácilmente pueden incluirse en el sistema por su disponibilidad y cuyos datos pueden ser estadísticamente fiables son los primeros intervinientes institucionales: policías, bomberos, salvamento en playas y vigilantes de seguridad de edificios de pública concurrencia (grandes hoteles y centros comerciales).

5. El objetivo mínimo del programa de APD es alcanzar un intervalo parada-desfibrilación menor de 4-5 minutos.

6. El objetivo óptimo es hacerlo en menos de 3 minutos (se debería acceder a los DEA en menos de 1,5 minutos andando).

7. Se recomienda que en los programas de APD (grandes superficies, edificios públicos) los DEA estén situados junto a un teléfono para permitir activar simultáneamente al SEM. En algunas ubicaciones (aeropuertos y puertos) debería existir una notificación automática al personal de seguridad o al SEM local cada vez que se extraiga el DEA de su soporte.

8. Los estudios hechos sobre programas previos de APD resaltan que es útil el uso del DEA en localidades y situaciones que cumplan algunos de los siguientes criterios: a) alto porcentaje de población mayor de 50 años (zonas turísticas); b) aglomeraciones de personas en número superior a 10.000 (grandes playas, estadios de fútbol, grandes superficies comerciales, aeropuertos, fiestas populares, etc.); c) altos porcentajes de prevalencia de patología; y d) lugares con mayor incidencia de patología (en orden de frecuencia): aeropuertos internacionales, centros penitenciarios, grandes superficies comerciales, áreas deportivas públicas, zonas industriales, áreas de chabolismo, estaciones

de transbordadores y autobuses, gimnasios y zonas de aeróbic, y centros de ancianos.

En los grandes ensayos prospectivos y aleatorizados dentro del programa APD, la RCP combinada con el uso de DEA realizada por personal lego, en lugares públicos señalados, dobla el número de supervivientes de una PCR extrahospitalaria, comparado con los programas donde actúan los SEM con RCP temprana⁴¹. Los resultados del mencionado estudio refuerzan la importancia de una respuesta planeada y entrenada. Incluso en lugares donde se disponía de DEA, éstos se utilizaron en menos de la mitad de los casos de parada cardíaca, lo que sugiere que es necesario reforzar y simplificar la formación para que el testigo de una parada cardíaca actúe inmediatamente.

Implantación de los programas de acceso público a la desfibrilación

En España no existe un registro formal de PCR extrahospitalarias por lo que los datos sobre su incidencia son estimados. Según datos del Ministerio de Sanidad y Consumo de 2009, se estima que cada año se producen en España más de 24.500 paradas cardíacas extrahospitalarias, lo que equivale a una media de una cada 20 minutos. Además, cada año, 68.500 pacientes sufren un infarto agudo de miocardio en España, de los que aproximadamente un 30% fallece antes de ser atendido en un hospital. En España se produce, de media, una parada cardíaca extrahospitalaria cada veinte minutos⁴².

La FV es la responsable inicial de hasta un 56% de las paradas cardíacas extrahospitalarias y la experiencia científica ha demostrado que la efectividad de la desfibrilación temprana en la recuperación de un ritmo cardíaco eficaz es del 90% cuando es posible efectuar la desfibrilación en el primer minuto de evolución.

Nos queda, seguramente, ser espectadores de muchos cambios en la ciencia de la reanimación. Sin embargo, a día de hoy, los logros que se estén obteniendo en relación a las tasas de supervivencia se deben, en gran parte, a que el programa de APD coloca en manos profanas un DEA, convirtiendo a este hecho en el avance más importante en el tratamiento de la FV desde el inicio y desarrollo de la RCP moderna hace 50 años.

Bibliografía

1 Changing Incidence of Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation, 1980-2000. Leonard A. Cobb, MD; Carol E. Fahrenbruch, MSPH; Michele Olsufka, RN; Michael K. Copass, MD. *JAMA*. 2002;288:3008-13.

- 2 Heart Disease and Stroke Statistics—2010 Update - A Report From the American Heart Association WRITING GROUP MEMBERS; Donald Lloyd-Jones, et on behalf of the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcomité - *Circulation*. 2010;121:e46-e215
- 3 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science. *Circulation*. 2010;122(Supl. 3):909-19.
- 4 Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. *JAMA*. 1960;173:1064-7.
- 5 Wik L, Hansen TB, Fylling F, Steen T, Vaagenes P, Auestad BH, et al. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. *JAMA*. 2003;289:1389-95.
- 6 Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, et al. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA*. 1999;281:1182-8.
- 7 Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med*. 1993;22:1652-8.
- 8 Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation*. 1997;96:3308-13.
- 9 Swor RA, Jackson RE, Cynar M, Sadler E, Basse E, Boji B, et al. Bystander, CPR ventricular fibrillation, and survival in witnessed, unmonitored out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med*. 1995;25:780-4.
- 10 Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Incidence, duration and survival of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation*. 2000;44:7-17.
- 11 Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK. Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2008;358:9-17.
- 12 Kudenchuk PJ. Electrical therapies. In: JM Field, JP Kudenchuk, RE O'Conner, TL Vanden Hoek, MJ Bresler, A Mattu, SM Silverseds. *The Textbook of Emergency Cardiovascular Care and CPR*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. pp. 362-78.
- 13 Driscoll TE, Ratnoff OD, Nygaard OF. The Remarkable Dr. Abildgaard and Countershock-The Bicentennial of His Electrical Experiments on Animals. *Ann Intern Med*. 1995;83:878-82.
- 14 Hoffa M, Ludwig C. Einige neue Versuche uberHerzbewegung. *Zeitschrift Rationelle Medizin*. 1850;9:107-44.
- 15 Prevost JL, Battelli F. La mort por les decharges electriques. *J Physiol Path Gen*. 1899;1:1577.
- 16 Banadonna P. "The history of paramedics. Monroe Community College-Rochester, New York. MCC Paramedic Program 2003. (Consultado 10 Abril 2011). Disponible en: <http://www.monroec.edu/depts/pstc/bac-kup/parashis.htm>
- 17 Beck CS, Pritchard WH, Feil HS. Ventricular fibrillation of long duration abolished by electric shock. *JAMA*. 1947;24:1230-3.
- 18 Zoll PM, Linenthal AJ, Norman LR, Paul M H, Gibson W. Treatment of unexpected cardiac arrest by external electric stimulation of the heart. *N Engl J Med*. 1956;254:54-1.
- 19 Alexander S, Kleiger R, Lown B. Use of external electric countershock in the treatment of ventricular tachycardia. *JAMA*. 1961;177:916-8.
- 20 Pantridge JF, Geddes JS. A mobile intensive-care unit in the management of myocardial infarction. *Lancet*. 1967;2:271-3.
- 21 Diack AW, Welborn WS, Rullman RG. An automatic cardiac resuscitator for emergency treatment of cardiac arrest. *Med Instrum*. 1979;13:78-83.
- 22 Automatic External Defibrillation Author: Joseph J Bocka, MD; Chief Editor: David FM Brown, MD. (Consultado 1 Mayo 2011). Disponible en: <http://emedicine.medscape.com>
- 23 Bachman JW, McDonald GS, O'Brien PC. A study of out-of-hospital cardiac arrests in northeastern Minnesota. *JAMA*. 1986;256:477-83.
- 24 Vukov LF, White RD, Bachman JW. New perspectives on rural EMT defibrillation. *Ann Emerg Med*. 1988;17:318-21.
- 25 Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, Moss AJ, Nichol G, Ornato JP, et al. American Heart Association Report on the Public Access Defibrillation Conference December 8-10, 1994. Automatic External Defibrillation Task Force. *Circulation*. 1995;92:2740-7.
- 26 Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, Moss AJ, Nichol G, Ornato JP, et al. Public access defibrillation. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation. *Circulation*. 1995;92:2763.
- 27 White RD. External defibrillation: the need for uniformity in analyzing and reporting results [editorial]. *Ann Emerg Med*. 1998;32:234-6.
- 28 van Alem AP, Chapman FW, Lank P, Hart AA, Koster RW. A prospective, randomised and blinded comparison of first shock success of monophasic and biphasic waveforms in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2003;58:17-24.
- 29 Morrison LJ, Dorian P, Long J, Vermeulen M, Schwartz B, Sawadsky

- B, et al. Out-of-hospital cardiac arrest rectilinear biphasic to monophasic damped sine defibrillation waveforms with advanced life support intervention trial (ORBIT). *Resuscitation*. 2005;66:149-57.
- 30 Schneider T, Martens PR, Paschen H, Kuisma M, Wolcke B, Gliner BE, et al. Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. *Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators*. *Circulation*. 2000;102:1780-7.
- 31 Brazdzionyte J, Babarskiene RM, Stanaitiene G. Anterior-posterior versus anterior-lateral electrode position for biphasic cardioversion of atrial fibrillation. *Medicina (Kaunas)*. 2006;42:994-8.
- 32 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;95:1677-82.
- 33 Dickey W, Dalzell GW, Anderson JM, Adgey AA. The accuracy of decision-making of a semi-automatic defibrillator during cardiac arrest. *Eur Heart J*. 1992;13:608-15.
- 34 Atkinson E, Mikysa B, Conway JA, Parker M, Christian K, Deshpande J, et al. Specificity and sensitivity of automated external defibrillator rhythm analysis in infants and children. *Ann Emerg Med*. 2003;42:185-96.
- 35 Alferness CA. Pacemaker damage due to external countershock in patients with implanted cardiac pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1982;5:4579-8.
- 36 Atkinson E, Mikysa B, Conway JA, Parker M, Christian K, Deshpande J, et al. Specificity and sensitivity of automated external defibrillator rhythm analysis in infants and children. *Ann Emerg Med*. 2003;42:185-96.
- 37 Link MS, Atkins DL, Passman RS, Halperin HR, Samson RA, White RD, Cudnik MT, Berg MD, Kudenchuk PJ, Kerber RE. Part 6: Electrical Therapies Automated External Defibrillators, Defibrillation, Cardioversion, and Pacing 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010;122:S706-S719.
- 38 Lerman BB, DiMarco JP, Haines DE. Current-based versus energy-based ventricular defibrillation: a prospective study. *J Am Coll Cardiol*. 1988;12:1259-64.
- 39 Hazinski MF, Idris AH, Kerber RE, Epstein A, Atkins D, Tang W, et al. Lay rescuer automated external defibrillator ("public access defibrillation") programs: lessons learned from an international multicenter trial: advisory statement from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Committee; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation*. 2005;111:3336-40.
- 40 Perales Rodríguez de Viguri N, Jiménez Murillo L, González Díaz G, Álvarez Fernández JA, Medina Álvarez JC, Ortega Carnicer J, et al y participantes en el I Foro de Expertos en Desfibrilación Semiautomática. La desfibrilación temprana: Conclusiones y recomendaciones del I Foro de Expertos en Desfibrilación Semiautomática. *Emergencias*. 2002;14:328-35.
- 41 The Public Access Defibrillation Trial Investigators. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004;351:637-46.
- 42 Perales Rodríguez de Viguri N, Jiménez Murillo L, González Díaz G, Álvarez Fernández JA, Medina Álvarez JC, Ortega Carnicer J, et al y participantes en el I Foro de Expertos en Desfibrilación Semiautomática. La desfibrilación temprana: Conclusiones y recomendaciones del I Foro de Expertos en Desfibrilación Semiautomática. *Emergencias*. 2002;14:328-35.

Use of automated external defibrillators in Spain: past, present, and future

Socorro Santana F

This article takes a historical view of the science of resuscitation, particularly with regard to the devices that have led to the greatest successes: automated external defibrillators. Discussed are the first known attempts at defibrillation, the advances made possible through basic science, and the contributions of industry and technology in responding to clinical needs. Future progress that technology will bring, and features already available on some devices, include built-in global positioning systems and guidance in the form of recorded voice prompts and feedback to help the user. Finally, also discussed is the creation of public access defibrillation programs, which have tripled the survival rates by putting automated external defibrillators into the lay bystander's hands. These projects have led to the most important advances in the treatment of cardiac arrest since the advent of modern cardiopulmonary resuscitation in the 1950s. [*Emergencias* 2012;24:50-58]

Key words: Automated external defibrillators. Automated external defibrillation. Cardiopulmonary resuscitation.