

## Respuesta comunitaria a la muerte súbita: resucitación cardiopulmonar con desfibrilación temprana

Narciso Perales Rodríguez de Viguri, José Luis Pérez Vela y Cristina Pérez Castaño

Unidad de Cuidados Postoperatorios de Cirugía Cardíaca. Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. España.

La respuesta a la parada cardíaca extrahospitalaria debe ser una prioridad para todos los sistemas sanitarios por su elevada incidencia y sus dramáticas consecuencias. Es la tercera causa de mortalidad en las sociedades avanzadas.

La estrategia asistencial descansa en los cuatro eslabones de la «cadena de supervivencia»: la alerta inmediata, el soporte vital básico realizado por los testigos, la desfibrilación temprana y, por último, el soporte vital avanzado precoz, seguido de los cuidados intensivos tras la resucitación. La efectividad de esta cadena está condicionada por su eslabón más débil; los elementos clave para la supervivencia son las compresiones torácicas precoces, realizadas con mínimas interrupciones, y la desfibrilación temprana.

La introducción del desfibrilador externo semiautomático ha hecho posible que se plantee como objetivo realista lograr un tiempo de desfibrilación < 5 min. Su utilización por los servicios de emergencias sanitarios y cuerpos de seguridad es efectiva y eficiente, como también lo es su introducción en espacios públicos adecuadamente seleccionados, aunque en este caso su eficiencia puede variar significativamente según las características y el nivel de riesgo del espacio donde se ubiquen.

**Palabras clave:** Parada cardíaca. Resucitación cardiopulmonar. Desfibrilador externo automático. Desfibrilación.

### Responding to Sudden Death in the Community: Cardiopulmonary Resuscitation With Prompt Defibrillation

Responding to an out-of-hospital cardiac arrest should be a priority for all health-care systems because of the high incidence and dramatic consequences of such events. Cardiac arrest is the third leading cause of mortality in developed countries.

The strategy for providing emergency assistance is based on the four links of the «chain of survival»: rapid notification of the emergency services, the provision of basic life support by bystanders, prompt defibrillation and, finally, prompt provision of advanced life support, followed by post-resuscitation intensive care. The effectiveness of this chain of events depends on its weakest link and the key elements for survival are prompt chest compression, carried out with minimal interruption, and prompt defibrillation.

The development of semiautomated external defibrillators has made it possible to regard carrying out defibrillation within 5 minutes as a realistic objective. Their use by emergency health services and by first-aid facilities is effective and efficient, as is their introduction into properly selected public areas. However, in public areas, their efficiency could be significantly affected by the nature of the area in which they are located and by the level of risk at that location.

**Key words:** Cardiac arrest. Cardiopulmonary resuscitation. Automated external defibrillator. Defibrillation.

### INTRODUCCIÓN

La parada cardíaca (PC) extrahospitalaria en la actualidad es un importante desafío para las sociedades avanzadas, por su elevada incidencia, sus trágicas consecuencias y los pobres resultados alcanzados en su tratamiento.

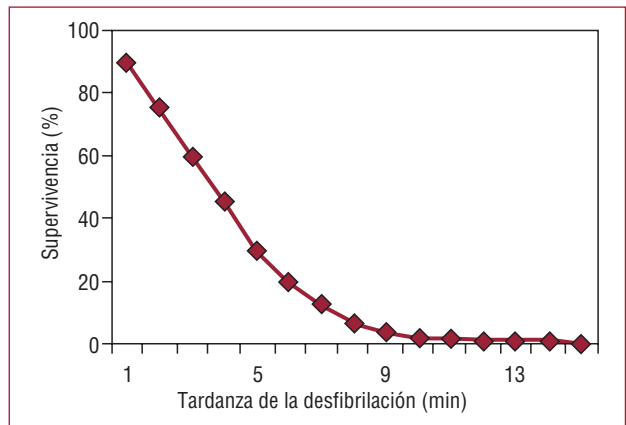
En Estados Unidos se producen cada año más de 250.000 PC fuera de los hospitales<sup>1</sup> y en Europa, 700.000<sup>2</sup>. En España se estimó en 2003 que su incidencia fue de 24.500<sup>3</sup>. La PC es la tercera causa de mortalidad en las sociedades avanzadas, sólo superada por las muertes cardiovasculares no súbitas y por el cáncer<sup>4</sup>.

La gran mayoría de las paradas cardíacas se presentan en el hogar, concretamente de un 75/80%, frente a un 16% que ocurre en los espacios públicos<sup>5</sup>. El 80% de las PC no hospitalarias son secundarias a una enfermedad coronaria, y el síndrome coronario agudo es su causa en aproxi-

Correspondencia: Dr. N. Perales.  
Unidad de Cuidados Postoperatorios de Cirugía Cardíaca. Hospital Universitario 12 de Octubre.  
Glorieta de Malaga, s/n. 28041 Madrid. España.  
Correo electrónico: perales\_narciso@telefonica.net

### ABREVIATURAS

AHA: American Heart Association.  
 DAI: desfibrilador automático implantable.  
 DEA: desfibrilador externo automático (o semiautomático).  
 ERC: European Resuscitation Council.  
 ESC: Sociedad Europea de Cardiología.  
 FV: fibrilación ventricular.  
 ILCOR: International Liaison Committee on Resuscitation.  
 PC: parada cardíaca.  
 QALY: año añadido de vida ajustado por calidad de vida.  
 RCP: resucitación cardiopulmonar.



**Fig. 1.** Posibilidades de sobrevivir a una fibrilación ventricular en relación con el retraso de la desfibrilación.

madamente el 50% de los pacientes reanimados con éxito<sup>6</sup>.

La fibrilación ventricular (FV) es la principal causa de las PC extrahospitalarias, aunque en los últimos años se haya comprobado un descenso en su incidencia<sup>7</sup>. La FV causa hasta un 85% de las paradas que se producen en enfermos previamente monitorizados<sup>8,9</sup>, porcentaje que desciende a un 40% cuando la monitorización se realiza a la llegada del servicio de emergencias<sup>10,11</sup>.

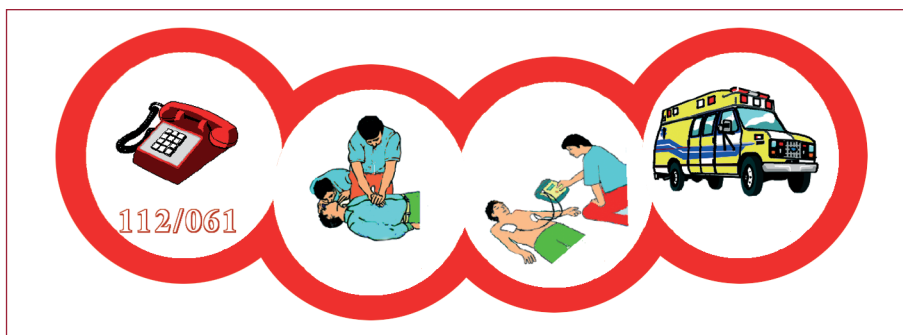
La experiencia acumulada en estas décadas demuestra la efectividad de la desfibrilación temprana en la recuperación de un ritmo cardíaco eficaz<sup>12</sup>. Esta efectividad disminuye muy rápidamente con el paso del tiempo; concretamente, por cada minuto de retraso en desfibrilar, sin que los testigos apliquen la resucitación cardiopulmonar (RCP) básica, se reduce la supervivencia en un 7-10%, de forma que después de 10 min las posibilidades de supervivencia son mínimas (fig. 1)<sup>13-16</sup>.

Los resultados del tratamiento de la PC son poco satisfactorios. Así, en Europa y en la mayoría de las ciudades de Estados Unidos<sup>17</sup> la supervivencia al alta del hospital es generalmente menor de un 7%<sup>18</sup> e inferior a un 2% en ciudades como Nueva York<sup>19</sup> o Chicago<sup>20</sup>.

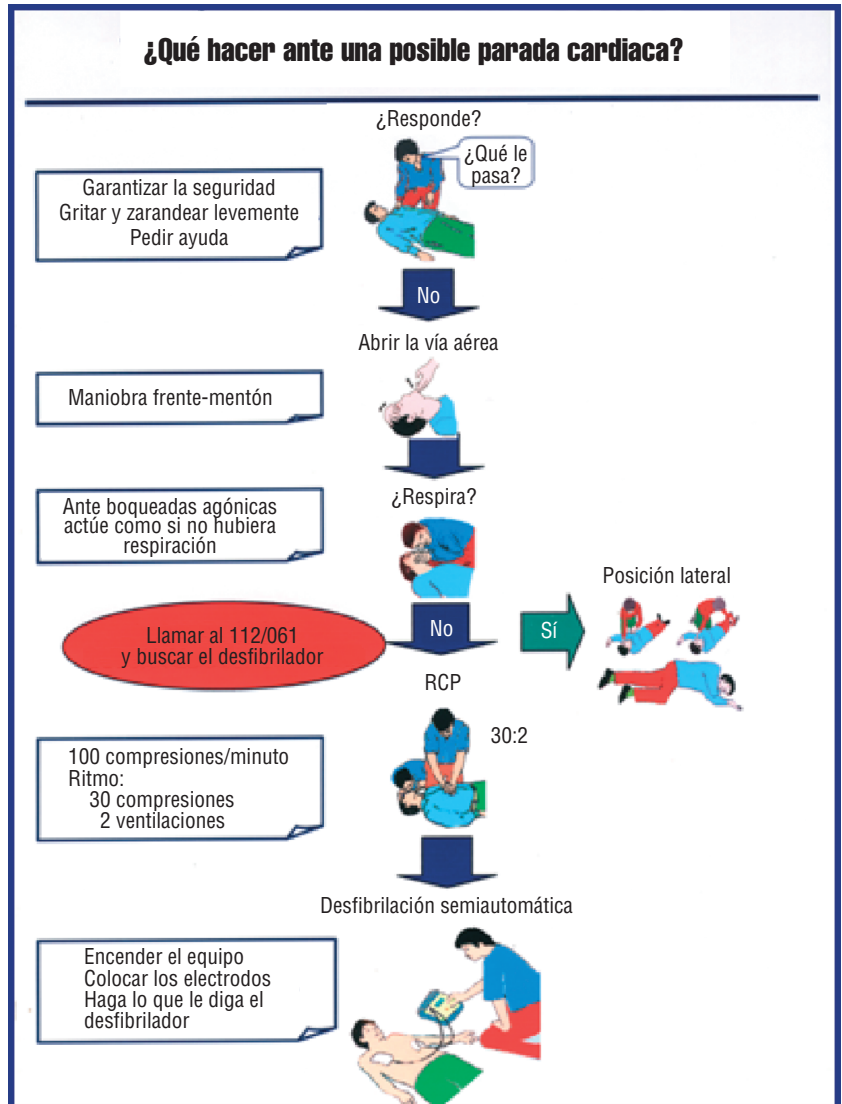
### LA RESPUESTA ASISTENCIAL

La estrategia para responder a la PC radica en los cuatro eslabones de la denominada «cadena de supervivencia»<sup>21,22</sup>, que concretamente son: la alerta inmediata ante una posible parada, el inicio precoz de la RCP básica por los testigos, la desfibrilación temprana y, por último, el soporte vital avanzado (SVA) precoz unido a unos cuidados intensivos de calidad tras la resucitación (fig. 2). Los cuatro eslabones tienen la misma importancia, de forma que la efectividad de esta cadena está condicionada por la de su eslabón más débil. Se considera que las compresiones torácicas precoces, con mínimas interrupciones<sup>23</sup>, y la desfibrilación temprana son las «llaves para la supervivencia»<sup>24</sup>.

La introducción del desfibrilador externo semiautomático (DEA) ha hecho posible que se pueda plantear como objetivo realista «lograr un tiempo de desfibrilación < 5 min»<sup>25,26</sup>. El DEA posibilita el acceso a la desfibrilación a personas con una formación y un entrenamiento mínimos, ya que su uso no tiene que estar precedido por un diagnóstico clínico<sup>27-30</sup>. El DEA puede ser utilizado hasta por un niño de 9-12 años al que se haya instruido brevemente<sup>31,32</sup>. La simplicidad del plan de actuación ante la PC con DEA se recoge en la figura 3.



**Fig. 2.** La cadena de supervivencia.



**Fig. 3.** Algoritmo de resucitación cardiopulmonar básica con desfibrilador semiautomático.

Los DEA son capaces de identificar adecuadamente a más del 82% de los pacientes que precisan una descarga y a más del 99% de los que no la necesitan. Así, su aplicación es segura para la víctima y para el rescatador<sup>33</sup>.

Diferentes trabajos han puesto de manifiesto la importancia de la aplicación de las maniobras de RCP básica por los testigos de una parada<sup>34,35</sup>. Así, Holmberg et al<sup>36</sup> comprobaron que, con los mismos retrasos en desfibrilar, la supervivencia se doblaba si los testigos realizaban la RCP básica antes de la llegada de los servicios de emergencias.

En los últimos años se ha cuestionado el papel del SVA en el lugar donde se produce la parada cuando ya se dispone de los otros tres eslabones de la «cadena de supervivencia». Así, dos estudios, uno realizado en Canadá<sup>37</sup> y el otro en Taiwán<sup>38</sup>, concluyen que la introducción del SVA no mejoró la supervivencia a la PC, aunque sí incrementó el porcentaje

de pacientes que recuperaron la circulación espontánea y el número de los que llegaron vivos al hospital. A pesar de estos estudios, no hay suficiente evidencia para sostener que la desfibrilación temprana pueda sustituir al SVA prestado por los servicios de emergencias sanitarias. El DEA en la PC tiene una utilidad similar a la de un extintor en un incendio<sup>39,40</sup>. Con los extintores se puede controlar el fuego en su inicio, pero no sustituir a los bomberos.

En las recomendaciones del European Resuscitation Council (ERC) de 2005 se introdujeron los cuidados tras la resucitación en el cuarto eslabón de la cadena de supervivencia. Con ello se quiere enfatizar su importancia desde el punto de vista asistencial, ya que es en el hospital donde fallecen alrededor del 70% de los pacientes que ingresan después de ser reanimados de una PC, situación que no se ha modificado en estos últimos años<sup>41</sup>.

En el año 2008, el International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), que agrupa a todas las sociedades científicas relacionadas con la RCP en el mundo (actualmente constituido por la American Heart Association, el European Resuscitation Council, la Heart and Stroke Foundation of Canada, el Resuscitation Council of Asia, el Resuscitation Council of Southern Africa, el Comité de Resucitación de Australia y Nueva Zelanda y la Fundación InterAmericana del Corazón), publicó un documento de consenso sobre los cuidados tras la resucitación<sup>42</sup>. Este documento responde a la necesidad de disminuir la variabilidad asistencial que hay en este campo, que probablemente está repercutiendo en la supervivencia de los pacientes recuperados de una PC, ya que se ha comprobado que su mortalidad puede incrementarse hasta 3 veces dependiendo del hospital donde ingresen<sup>43,44</sup>.

### REQUISITOS PARA EL USO DE LOS DEA POR PERSONAL NO MÉDICO

En España, 16 de las 17 comunidades autónomas han regulado el uso de los DEA por personal no sanitario (la Comunidad de Madrid es la única que no dispone de una reglamentación propia) y, además, en abril de 2009 se publicó un Real Decreto en el que se fijaron las condiciones y los requisitos mínimos para la utilización de los desfibriladores semiautomáticos externos fuera del ámbito sanitario<sup>45</sup>. Estas normas representan un paso importante para la difusión de la desfibrilación temprana en nuestro país. No obstante, persisten importantes diferencias entre las diferentes normativas, lo que, unido al exceso reglamentista de algunas de ellas, puede producir, a medio plazo, un efecto contrario al deseado por los legisladores, es decir, que se conviertan en un freno para la difusión de la desfibrilación temprana, en vez de un acicate. El riesgo es aún mayor cuando en ninguna de estas normas se considera el desarrollo del principio del «buen samaritano». Por este principio, en Estados Unidos se otorga impunidad a los rescatadores «no sanitarios» que utilicen los DEA de forma no negligente, así como a los propietarios de los locales donde se ubiquen estos equipos. Esta impunidad es importante, ya que existe el peligro de que el ciudadano, testigo de una PC, se inhiba ante el riesgo de tener que hacer frente a una reclamación judicial, como consecuencia paradójica de una intervención generosa y humanitaria. Además, no disponer de esta cobertura es una barrera que dificulta que los propietarios de espacios públicos coloquen los DEA en sus instalaciones.

Los programas de desfibrilación temprana abarcan un conjunto de elementos que son esenciales para su funcionamiento adecuado. Estos son<sup>46</sup>:

- El entrenamiento básico de los usuarios.
- La planificación previa de la respuesta ante la PC.
- La integración de la desfibrilación automática en la cadena de socorro del sistema de emergencias médicas de la comunidad.
- El programa de mejora de la calidad, bajo dirección médica, que incluya el mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Estos elementos deben persistir en el tiempo, lo cual no es posible sin supervisión y controles periódicos. Así, recientemente Haskell et al<sup>47</sup> comprobaron que no se habían seguido las recomendaciones de mantenimiento de la American Heart Association (AHA) en ninguno de los 32 espacios públicos que evaluaron en los 2 años siguientes a la instalación de DEA, y había equipos no operativos o con dificultades de acceso. En el 90,62% de estos espacios públicos no se había invertido, durante esos años, en el mantenimiento de los equipos ni en formación de los rescatadores potenciales. Estos datos son similares a los encontrados por otros autores en otros ámbitos<sup>48</sup>.

### PLANES COMUNITARIOS DE DESFIBRILACIÓN TEMPRANA

Estos planes van dirigidos a disminuir la mortalidad y las minusvalías que ocasionan las PC acortando el lapso entre la llamada al número de emergencias (112) y la desfibrilación, para que éste llegue a ser menor de 5 min.

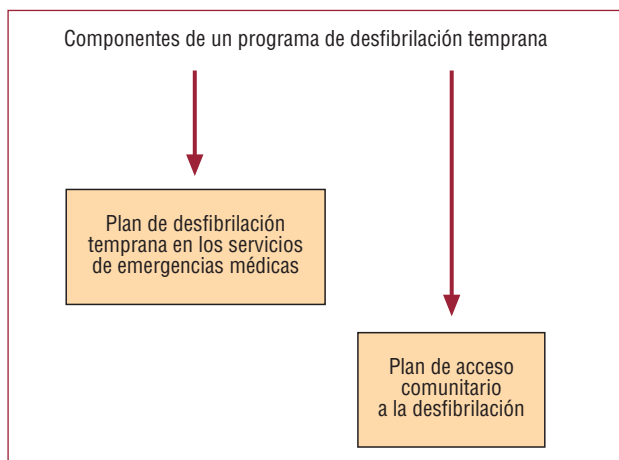
Los planes comunitarios de desfibrilación temprana se vertebran mediante dos programas específicos (fig. 4):

1. Desfibrilación temprana en los servicios de emergencias médicas.
2. Acceso comunitario a la desfibrilación.

#### Programas de desfibrilación precoz en los servicios de emergencias médicas

La efectividad y la eficiencia de la desfibrilación semiautomática en los servicios de emergencias médicas están ampliamente validadas<sup>49</sup>. Por ello, la primera prioridad de un programa de desfibrilación temprana debe ser el desarrollo eficaz de la desfibrilación semiautomática en el sistema de emergencias médicas, como señalaron en 2004 el European Resuscitation Council (ERC) y la Sociedad Europea de Cardiología (ESC)<sup>50</sup>.

En las ambulancias debe disponerse de desfibriladores semiautomáticos<sup>47,48,51-53</sup>. Su necesidad es evidente, ya que un porcentaje elevado de las PC son presenciadas por el personal de ambulancias; por



**Fig. 4.** Elementos de un programa de desfibrilación temprana en la comunidad.

ejemplo, hasta el 20% de las PC extrahospitalarias que se producen en el infarto agudo de miocardio<sup>54</sup>. En el servicio de emergencias de Madrid (SUMMA 112), se comprobó que hasta un 17% de las PC tratadas en los años 2002-2003 se produjo en presencia del personal de este servicio<sup>55</sup>.

No obstante, para avanzar en el objetivo de aproximarnos a un tiempo de desfibrilación < 5 min, es preciso utilizar diversas estrategias complementarias. Es obvio que, por razones económicas y operativas, no puede lograrse este tiempo de respuesta en el ámbito de toda una comunidad, con un sistema de respuesta basado únicamente en UVI móviles con personal altamente cualificado. Por ello, los servicios de emergencia se están planteando estrategias complementarias como, por ejemplo, la respuesta en dos escalones existente en diversos países europeos y en la mayoría de las ciudades norteamericanas, donde ante una potencial PC acude inicialmente un equipo de soporte vital básico, dotado con DEA, y pocos minutos más tarde el equipo de soporte avanzado. En tres ciudades francesas, la sustitución de un sistema de un único escalón por uno de dos escalones, el primero con DEA, incrementó en más de 3 veces la supervivencia de las PC tratadas (del 2 al 6,2%)<sup>56</sup>. Otra estrategia complementaria es la del «rendez-vous» utilizada en Alemania, donde coinciden en el lugar de la emergencia el médico, que tiene su base en un hospital, y la unidad móvil con los técnicos.

Los análisis de coste-efectividad demuestran que los programas de desfibrilación temprana por los servicios de emergencias sanitarios tienen resultados favorables respecto a otros tratamientos comunes aplicados a otras enfermedades o situaciones graves<sup>57</sup>. Así, en Ontario se comprobó que el coste de implantación de un programa de esta índole fue de 46.900 dólares por vida salvada proporcionando una respuesta con desfibrilación antes de 8 min a

una población de 2,7 millones de habitantes. El coste de mantenimiento fue de sólo 2.400 dólares anuales por cada muerte evitada<sup>55</sup>.

### Programa de acceso público a la desfibrilación

Estos programas están dirigidos a acortar los tiempos de respuesta en una situación en que «los minutos son vida». Para ello, incorporan los servicios de emergencias «no sanitarios» a la cadena de supervivencia y movilizan a la comunidad en la defensa de su propia salud.

Esta estrategia se concreta en tres escenarios de actuación:

1. La desfibrilación temprana por servicios de emergencia «no sanitarios».
2. La desfibrilación en espacios públicos.
3. La desfibrilación en el hogar.

#### *La desfibrilación temprana por servicios de emergencia «no sanitarios»*

En las últimas décadas se ha extendido el papel de «primeros intervinientes» a miembros de los cuerpos de seguridad. Estudios realizados sobre el uso de DEA por este personal han mostrado que es posible reducir el tiempo hasta el primer choque, y con ello se logra una mejora significativa de la supervivencia<sup>58,59</sup>. Así, en Seattle, se comprobó que los bomberos podían efectuar una desfibrilación 5 min antes de que llegaran los paramédicos<sup>60</sup>, y se alcanzó una supervivencia en la fibrilación ventricular (FV) mayor que la lograda por éstos (un 30 frente a un 19%)<sup>61</sup>. En Rochester se evidenció que las víctimas atendidas por la policía eran desfibriladas antes que las asistidas por los paramédicos y que su supervivencia era mayor (el 49 frente al 43%)<sup>62,63</sup>. Resultados similares se han logrado en otras ciudades y zonas suburbanas como Miami<sup>64</sup> o Michigan<sup>65</sup>. Esta mejora de la supervivencia no se logra si no se acorta el tiempo que transcurre hasta la primera desfibrilación con respecto al logrado con el sistema previo<sup>66-68</sup>.

La incorporación en la cadena de socorro de primeros intervinientes «no sanitarios» mejora la eficiencia del sistema. Así, Nichol et al<sup>69</sup> estimaron que el coste del año añadido de vida ajustado por calidad (QALY) era 3 veces menor utilizando primeros intervinientes no sanitarios que si se introducían nuevos equipos medicalizados con ambulancias.

#### *La desfibrilación en espacios públicos*

Estos programas están dirigidos a que la desfibrilación pueda realizarse en los primeros 5 min de

evolución de una FV en los espacios públicos donde haya un riesgo predecible de parada cardíaca o en aquellos otros que, por sus características, sean inaccesibles para los servicios de emergencias sanitarias.

La utilidad de los programas de desfibrilación en espacios públicos se ha objetivado en diferentes ámbitos<sup>70-72</sup> y en diversos programas nacionales. Así, en Inglaterra y Gales se comprobó una tasa de supervivencia del 26%, tasa 10 veces superior a la alcanzada con el sistema de respuesta convencional<sup>73</sup>. En el programa austriaco, la supervivencia lograda fue del 27%, 6,2 veces más que la alcanzada con la estrategia asistencial habitual<sup>74</sup>.

Es preciso tener en cuenta que el riesgo potencial de que se presente una fibrilación ventricular en un espacio público va a depender de diversos factores como el volumen de visitantes y trabajadores, su edad y sus características, la actividad realizada, etc.<sup>75</sup>. Por esta misma razón, el peligro de muerte súbita en relación con el deporte se modifica sustancialmente según el tipo de ejercicio que se realiza, la edad y las características de la población que lo efectúa<sup>76,77</sup>. Así, la incidencia de muerte súbita, que es de 1/280.000/año entre los corredores menores de 30 años<sup>78</sup>, se incrementa hasta 1/18.000/año entre los corredores de más edad<sup>79</sup> y hasta 1-2/18.000-25.000 entre los corredores de maratón<sup>80</sup>.

Se ha estimado<sup>81</sup> que en los gimnasios se produce 1 PC cada 100.000 participantes/año, con una incidencia mayor en la población desentrenada. Sirva de muestra de esta elevada incidencia el hecho de que en el 17% de los 65 gimnasios de Ohio se dio una parada cardiorrespiratoria en el transcurso de 5 años<sup>82</sup>. La posibilidad de PC se incrementa si se trata de población de riesgo; así, la incidencia de PC en los programas de rehabilitación de enfermos coronarios es de 1/15.000 participantes<sup>83</sup>.

Para priorizar qué espacios públicos deben disponer de DEA, se debe analizar los datos epidemiológicos. En un estudio realizado en Copenhague<sup>84</sup> se comprobó que seleccionando los espacios públicos con un riesgo de que ocurra 1 PC cada 2 años se podría atender con 125 DEA el 19,5% de las PC. Esta tasa se incrementaba hasta el 67% si el número de DEA se aumentaba a 1.104, lo cual se lograba modificando el criterio de riesgo de 1 PC cada 2 años al de 1 cada 5 años. En ese mismo trabajo se comprobó que los 104 DEA que se habían instalado en edificios administrativos no habían sido utilizados durante el primer año de implantación, lo que no era sorprendente, ya que se trataba de espacios públicos con una probabilidad muy baja de PC.

Existen unas áreas donde los DEA se han mostrado como un instrumento imprescindible, al ser

inaccesibles para los servicios de emergencias, como son los aviones comerciales. Así, en 1991, la aerolínea Quantas inició un programa utilizando DEA en vuelos transoceánicos y en las terminales, con lo que logró una supervivencia al alta del hospital del 13,04%, superior a la obtenida por la gran mayoría de los servicios de emergencias prehospitalarios<sup>85</sup>. Resultados similares se objetivaron en 1997 en las aeronaves e instalaciones de American Airlines, que logró una tasa de supervivencia del 40% en los pacientes desfibrilados<sup>86</sup>. Como consecuencia de estos trabajos, la Administración Federal de Aviación de Estados Unidos obligó a que desde abril de 2004 se disponga de un DEA en todos los aviones que cuenten, como mínimo, con una persona para la atención a los viajeros.

Con respecto a la utilización de los DEA en los aeropuertos<sup>87</sup>, la experiencia más esclarecedora es la de los tres aeropuertos de Chicago, donde lograron con las PC tratadas en el transcurso de 2 años una tasa general de supervivencia al alta del hospital del 61%<sup>88</sup>. Ese estudio ha impulsado la introducción de los DEA en los aeropuertos; por ejemplo, en el de Barajas de Madrid.

Los casinos son un espacio público donde se puede lograr unos tiempos muy cortos para la desfibrilación y, por lo tanto, unos porcentajes elevados de supervivencia, gracias a la rápida detección de las PC por los sistemas de vigilancia. Así, en los casinos de Las Vegas se logró, en la FV, una tasa de supervivencia al alta hospitalaria del 53%, que ascendió hasta el 74% cuando la desfibrilación se aplicó antes de 3 min<sup>89</sup>. Resultados similares se alcanzaron en otros casinos, por ejemplo, en Windsor<sup>90</sup>.

#### *Efectividad y eficiencia de los programas de desfibrilación en espacios públicos*

En 2004 se probó de forma concluyente la efectividad y la seguridad del uso de los DEA en los espacios públicos, gracias a un amplio estudio prospectivo y multicéntrico, el Public Access Defibrillation Trial<sup>91</sup>, estudio que fue patrocinado por el National Heart, Lung and Blood Institute y la American Heart Association. En ese trabajo participaron 24 centros de Norteamérica y se contó con la colaboración de más de 19.000 voluntarios, distribuidos en 993 instalaciones públicas (centros comerciales y de ocio, grandes edificios de oficinas, etc.) y se colocaron 1.600 DEA. Cada ubicación se asignó aleatoriamente al tipo de respuesta de los voluntarios (RCP básica frente a RCP básica con DEA). Se comprobó que, en las instalaciones que disponían de DEA, la supervivencia al alta hospitalaria doblaba la lograda en las instalaciones sin DEA y, además, no se produjo ninguna descarga

inapropiada ni se dejó de proporcionar una descarga indicada.

Los resultados de ese estudio son concluyentes en cuanto a la efectividad y la seguridad, pero también muestran la limitada eficiencia de esta estrategia, ya que, a pesar del importante volumen de recursos utilizados, únicamente se logró salvar 30 vidas en un intervalo > 2 años.

Esta limitación en la eficiencia de los programas de acceso público a la desfibrilación ya había sido puesta de manifiesto por diferentes autores<sup>92,93</sup>, y su causa principal radica en el restringido número de PC que se benefician de estos programas<sup>94</sup>. Así, en el periodo 2005-2007, en Seattle/King County, que dispone de un sistema modélico de respuesta a la PC, el programa de acceso público a la desfibrilación se utilizó sólo en el 8,4% de las FV tratadas por los servicios de emergencias<sup>95</sup>.

Existen diferentes factores que contribuyen a restringir el número de víctimas asistidas en los espacios públicos:

- Que en los espacios públicos sólo se presenta un porcentaje relativamente bajo de las PC extrahospitalarias (16%), ya que la gran mayoría se produce en los domicilios.

- Que es difícil identificar los espacios públicos donde van a producirse las PC; el análisis de datos históricos no es suficiente. Por ejemplo, que se haya producido una PC en los 2 años previos no significa que vaya a repetirse en los próximos años.

- Que disponer de un DEA en un espacio público no garantiza que se utilice. Así, en el Public Access Defibrillation Trial sólo se utilizó el DEA en el 34% de las PC ocurridas en los espacios dotados de estos equipos<sup>76</sup>.

Estos programas tienen un coste significativo, a pesar de que el coste unitario del DEA sea bajo. Ello se debe a que se precisan numerosos equipos para poder cubrir la enorme dispersión geográfica con que se presentan las muertes súbitas y la necesidad de entrenar periódicamente, aunque sea a nivel básico, a grandes colectivos «no sanitarios». Estos costes, junto con el pequeño número de víctimas que puedan beneficiarse, restringen la eficiencia de estos programas, lo que puede llegar a contrarrestar su elevada efectividad<sup>96</sup>.

Los estudios de coste-eficacia publicados muestran que el coste por QALY oscila entre 30.000 y 100.000 dólares. Así, en Copenhague se estimó que, si los DEA se instalan en los espacios públicos donde es probable 1 PC cada 2 años, el coste del QALY es de 33.100 dólares y asciende hasta 40.900 dólares si el periodo para decidir su ubicación se prolonga a 5 años. En ambos casos se trataba de un coste asumible, desde el punto de vista de la efi-

ciencia, y similar al de otras actuaciones sanitarias consideradas prioritarias. En Escocia se estimó que el coste por QALY de un programa de acceso público a la desfibrilación que abarcara los aeropuertos y las estaciones de trenes y autobuses alcanzaba los 68.924 dólares<sup>97</sup>. Nichol et al<sup>98</sup> estimaron en 1998 que el coste medio del QALY de un programa de acceso público a la desfibrilación en el ámbito urbano era de 44.000 dólares, y que este coste descendía a sólo 27.000 dólares cuando se incorporaba a la Policía como primer interviniente. Años más tarde, Nichol et al<sup>99</sup> también evaluaron la eficiencia del programa de desfibrilación temprana en los casinos, y comprobaron que el coste medio por QALY de las PC atendidas por el servicio de emergencias era de 14.100 dólares y el coste medio por QALY adicional generado por la utilización de los vigilantes del casino como «primer interviniente» era de 56.700 dólares. Page et al estimaron que el coste del QALY de los programas de desfibrilación semiautomática en las compañías aéreas era de 50.000 dólares<sup>62</sup>.

Los criterios de selección de los lugares públicos donde ubicar los DEA deben ser estrictos para que los costes no sean inaceptables. Así, en Copenhague se ha estimado que el coste del QALY puede ascender a 181.700 dólares si los DEA están instalados en espacios públicos «no adecuados ni estratégicos» y los testigos sólo los utilizan en el 60% de las PC.

Los programas de acceso a la desfibrilación tienen una eficacia indiscutible, y por ello el ERC y la ESC consideraron en 2004 que los programas de desfibrilación en espacios públicos eran una estrategia alternativa complementaria, factible, segura y eficaz. Así, en 2005 el ILCOR<sup>2</sup> y el ERC<sup>22</sup> recomendaron que se dispusiera de DEA en los espacios públicos donde la probabilidad de usarlo fuera  $\geq 1$  vez cada 2 años. La AHA y la Sociedad Norteamericana de Medicina Deportiva ya habían recomendado en 2002 la ubicación de DEA en los gimnasios con más de 2.500 miembros y en los que ofrecieran programas especiales a la población en riesgo como ancianos o pacientes coronarios<sup>100</sup>.

### *La desfibrilación en el hogar*

Es en el domicilio donde se produce un 75-80% de las PC<sup>101</sup>. Pero desgraciadamente es el ámbito donde, aún hoy, es más difícil proporcionar una respuesta asistencial adecuada<sup>102,103</sup>.

La FDA autorizó en 2002 la comercialización en Estados Unidos de un DEA para su utilización en el hogar por los familiares de los pacientes en riesgo. No obstante, los datos en la literatura no son concluyentes en cuanto a la efectividad y la eficiencia de esta actuación, ya que hay dificultades

para seleccionar cuál es la población que puede beneficiarse, sobre todo cuando debe excluirse a los pacientes identificados como en alto riesgo, a los que se debe implantar un desfibrilador automático implantable (DAI).

Ante la falta de una evidencia suficiente sobre la utilidad de la desfibrilación semiautomática por los familiares de los pacientes en alto riesgo, el ILCOR y la AHA consideraron en 2005 su recomendación como clase indeterminada<sup>2,22</sup> y el ERC<sup>32</sup> concluyó que eran necesarios nuevos estudios antes de aconsejar su difusión.

En 2008 se publicó un amplio estudio prospectivo y aleatorizado en el que participaron 178 hospitales de siete países y se realizó un seguimiento a 38 meses de 7.001 pacientes convalecientes de un infarto agudo de miocardio anterior habiendo excluido a los pacientes para los que estaba indicado un DAI. En sus resultados no se encontraron diferencias en la supervivencia entre el grupo que disponía de un DEA en su domicilio y los que no contaban con él, y se comprobó que la incidencia de muerte súbita en la población estudiada fue relativamente baja y significativamente menor que la prevista. Ésta fue la razón por la que porcentualmente fueron pocas las muertes domiciliarias de causas taquiarrítmicas. Con todo ello, se confirmó la dificultad para identificar al grupo de población que puede beneficiarse de esta estrategia. No obstante, conviene destacar que la supervivencia alcanzada en los dos grupos estudiados fue significativamente superior a la lograda habitualmente por los servicios de emergencias en los domicilios, especialmente la del 27,7% lograda en los pacientes en que se utilizó el DEA<sup>104</sup>.

## CONCLUSIONES

La FV causa hasta el 85% de las PC; de ellas, se podría revertir más del 90% si la desfibrilación se realiza inmediatamente, pero si se demora y los testigos no efectúan la RCP, la supervivencia disminuye en un 7-10% por cada minuto de retraso, de forma que bastan unos pocos minutos para que la supervivencia sea excepcional.

La estrategia para responder a la PC descansa en los cuatro eslabones de la «cadena de supervivencia», en concreto: la alerta inmediata ante una posible parada, el inicio precoz de la RCP básica por los testigos, la desfibrilación temprana y, por último, el soporte vital avanzado precoz seguido de unos cuidados intensivos de calidad tras la resucitación. En esta secuencia las compresiones torácicas con mínimas interrupciones y la desfibrilación precoz son las «llaves para la supervivencia».

La introducción de los desfibriladores semiautomáticos ha impulsado nuevas estrategias, dirigidas

a acortar los tiempos de respuesta y muy especialmente el tiempo de desfibrilación. La literatura ha validado como efectiva y eficiente la incorporación de los desfibriladores semiautomáticos a los servicios de emergencias tanto «sanitarios» como «no sanitarios», mientras que la utilización en los espacios públicos se ha mostrado efectiva, pero con un grado de eficiencia variable según las características del espacio público, los tiempos de respuesta del servicio de emergencias y los datos epidemiológicos del área.

En el hogar, que es donde la PC es más frecuente, no se ha demostrado que los desfibriladores semiautomáticos sean efectivos, al menos con el modelo asistencial aplicado. Por ello, son precisos nuevos estudios, con nuevas estrategias, antes de aconsejar su difusión en los domicilios de los pacientes en riesgo.

En la actualidad hay suficiente nivel de evidencia para aconsejar la difusión, sin dilación, de los desfibriladores semiautomáticos en los servicios de emergencias sanitarias y en los de seguridad ciudadana, así como en los espacios públicos que se considere estratégicos. Esta difusión no debe realizarse de una forma arbitraria o anárquica, sino que debe efectuarse a través de programas locales de acceso público a la desfibrilación que garanticen la adecuada ubicación de los equipos, la planificación de la respuesta asistencial, la coordinación con los servicios autonómicos de emergencias sanitarias, el mantenimiento de los desfibriladores y la formación continuada de un número ajustado de rescatadores potenciales.

## CONFLICTO DE INTERESES

El Dr. Perales Rodríguez de Viguri ha recibido honorarios por asesorar a MC Infortecnica en dos proyectos de acceso público a la desfibrilación. El resto de autores declara no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

1. American Heart Association. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Circulation. 2005;112 Suppl I:1-211.
2. Sans S, Kesteloot H, Kromhout D. The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. Eur Heart J. 1997;18:1231-48.
3. Perales Rodríguez de Viguri N, Jiménez Murillo L, González Díaz G, Álvarez Fernández JA, Medina JC, Ortega J, et al. La desfibrilación temprana: conclusiones y recomendaciones del I Foro de Expertos en Desfibrilación Semiautomática. Med Intensiva. 2003;27:488-94.
4. Atkins DL. Public access defibrillation: where does it work. Circulation. 2009;120:461-3.

5. Kuller L, Lilienfeld A, Fisher R. Epidemiological study of sudden and unexpected deaths due to arteriosclerotic heart disease. *Circulation*. 1966;34:1056-68.
6. Perales Rodríguez de Viguri N, Renes Carreño E, Fernández Alvaro P, Corres Peiretti M. Sistemas integrales de emergencias: aspectos generales. En: Perales Rodríguez de Viguri N, editor. *Avances en emergencias y resucitación*. Barcelona: Edika Med; 1996.
7. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK. Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980-2000. *JAMA*. 2002;288:3008-13.
8. Cummins RO, Ornato JP, Thies WN, 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;83:1832-47.
9. 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;117:151-9.
10. Rea TD, Eisenberg MS, Sinibaldi G, White RD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation*. 2004;63:17-24.
11. Vaillancourt C, Stiell IG; Canadian Cardiovascular Outcomes Research Team. Cardiac arrest care and emergency medical services in Canada. *Can J Cardiol*. 2004;20:1081-90.
12. Van Camp SP, Peterson RA. Cardiovascular complications of outpatient cardiac rehabilitation programs. *JAMA*. 1986;256:1160-3.
13. 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.
14. Eisenberg MS, Mengert TJ. Cardiac resuscitation. *N Engl J Med*. 2001;344:1304-13.
15. Nichol G, Stiell IG, Laupacis A, Pham B, De Maio VI, Wells GA. A cumulative meta-analysis of effectiveness of defibrillator-capable emergency medical services for victims of out-of-hospital arrest. *Ann Emerg Med*. 1999;34:517-25.
16. Weaver WD, Hill D, Fahrenbruch CE, Copass MK, Martin JS, Cobb LA, et al. Use of the automatic external defibrillators in the management of out of hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 1988;319:661-6.
17. Eisenburger P, List M, Schorkhuber W, Walker R, Sterz F, Laggner AN. Long term cardiac arrest survivors of the Vienna emergency medical services. *Resuscitation*. 1998;38:137-43.
18. Eisenburger P, Safar P. Life supporting first and training of the public-review and recommendations. *Resuscitation*. 1999;41:3-18.
19. Lombardi G, Gallagher J, Gennis P. Outcome of out-of-hospital cardiac arrest in New York City: the prehospital arrest survival evaluation study. *JAMA*. 1994;271:678-83.
20. Becker LB, Han BH, Meyer PM, Wright FA, Rhodes KV, Smith DW, et al. Racial difference in the incidence of cardiac arrest and subsequent survival. *N Engl J Med*. 1993;329:600-6.
21. Cummins RO. Emergency medical services and sudden cardiac arrest: the "Chain of survival" concept. *Annu Rev Public Health*. 1993;14:313-33.
22. The ILCOR Consensus on Science and Treatment Recommendations (CoSTR) Document *Resuscitation*. 2005;67:1-341.
23. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, Kudenchuk P, Hostler D, Powell J, et al. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation*. 2009;120:1241-7.
24. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the chain of survival concept. *Circulation*. 1991;83:1832-47.
25. Stults KR, Brown DD, Kerber RE. Efficacy of an automated external defibrillator in the management of out-of-hospital cardiac arrest: validation of the diagnosis algorithm and the clinical experience in a rural environment. *Circulation*. 1986;73:701-9.
26. Cummins RO, Eisenberg MS, Litwin PE, Graves JR, Hearne JR, Hallstrom AP. Automatic external defibrillators used by emergency medical technicians. A controlled clinical trial. *JAMA*. 1987;257:1605-10.
27. 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.
28. Pantridge JF, Geddes JS. A mobile intensive care unit in the management of myocardial infarction. *Lancet*. 1967;2:271-3.
29. Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom A. Out-of-hospital cardiac arrest: Improved survival with paramedic services. *Lancet*. 1980;1:812-5.
30. Sedgwick ML, Watson J, Dalziel K, Carrington J. The sensitivity and specificity of automatic external defibrillator use by ambulance technicians. *Resuscitation*. 1992;181-6.
31. Lawson L, March J. Automated external defibrillation by very young, untrained children. *Prehosp Emerg Care*. 2002;6:295-8.
32. 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;100:1703-7.
33. European Resuscitation Council. *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005*. *Resuscitation*. 2005;67 Suppl:1-189.
34. Kuisma M, Castren M, Nurminen K. Public access defibrillation in Helsinki-cost and potential benefits from a community based pilot study. *Resuscitation*. 2003;56:149-52.
35. Hollenberg J, Herlitz J, Lindqvist J, Riva G, Bohm K, Rosenqvist M, et al. Improve survival after out-of-hospital cardiac arrest with an increase in proportion of emergency crew-witnessed cases and bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2008;118:389-96.
36. 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.
37. Stiell IG, Wells GA, Field G, Spaite DW, Nesbitt LP, De Maio VJ, et al. Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004;351:647-56.
38. Ma MH, Chiang WC, Ko PC, Huang JC, Lin CH, Wang HC, et al. Outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in Metropolitan Taipei: does an advanced life support service make a difference? *Resuscitation*. 2007;74:461-9.
39. Ayuso Bautista F, Jiménez Moral G, Ruiz Madruga M. Desfibrilación semiautomática externa; el eslabón que completa la cadena de supervivencia. *Puesta al día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes*. 2002;136-48.
40. Mell HK, Sayre MR. Public access defibrillators and fire extinguishers: are comparisons reasonable. *Prog Cardiovasc Dis*. 2008;51:204-12.
41. Nolan JP, Laver SR, Welch CA, Harrison DA, Gupta V, Rowan K. Outcome following admission to UK intensive care units after cardiac arrest: a secondary analysis of the ICNARC Case Mix Programme Database. *Anaesthesia*. 2007;62:1207
42. Neumar RW, Nolan JP, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, et al. Post-cardiac arrest syndrome. Epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, Inter-American Heart Foundation,

- Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa); the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; and the Stroke Council. *Circulation*. 2008;118:2452-83.
43. Herlitz J, Engdahl L, Svensson K, Ångquist J, Silfverstolpe S, Holmberg major differences in 1-month survival between hospitals in Sweden among initial survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2006;70:404-9.
  44. Nichol G, Thomas E, Callaway CW, Hedges J, Powell JL, Aufderheide TP, et al. Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome. *JAMA*. 2008;300:1423-31.
  45. Real Decreto 365/2009, de 20 de marzo, por el que se establecen las condiciones y requisitos mínimos de seguridad y calidad en la utilización de desfibriladores automáticos y semiautomáticos externos fuera del ámbito sanitario. BOE, 2 de abril de 2009.
  46. Perales-Rodríguez de Viguri N, Pérez-Vela JL, Álvarez-Fernández JA. La desfibrilación temprana en la comunidad: romper barreras para salvar vidas. *Med Intensiva*. 2006;30:223-31.
  47. Haskell SE, Post M, Cram P, Atkins DL. Community public access sites: compliance with American Heart Association recommendations. *Resuscitation*. 2009;80:854-8.
  48. Coris E, Miller E, Sahebzamani F. Sudden cardiac death in division I collegiate athletics: analysis of automated external defibrillator utilization in National Collegiate Athletic Association division I athletic programs. *Clin J Sport Med*. 2005;15:87-91.
  49. Marengo JP, Wang PJ, Link MS, Homud MK, Estes NA. Improving Survival From Sudden Cardiac Arrest: The Role of the Automated External Defibrillator. *JAMA*. 2001;285:1193-200.
  50. Priori SG, Bossaert LL, Chamberlain DA, Napolitano C, Arntz HR, Koster RW, et al. Policy statement ESC-ERC recommendations for the use of automated external defibrillators (AEDs) in Europe. *Resuscitation*. 2004;60:245-52.
  51. European Resuscitation Council. Early defibrillation task force of the European Resuscitation Council. The 1998 European Resuscitation Council guidelines for the use of automated external defibrillators by EMS providers and first responders. *Resuscitation*. 1998;37:91-4.
  52. Bossaert L, Callanan V, Cummins RO; Internacional Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Early defibrillation. An advisory statement by the advanced life support working group of the international liaison committee on resuscitation. *Resuscitation*. 1997;34:113-4.
  53. American Heart Association Programs. Public Access Defibrillation. Dallas: American Heart Association; 2001.
  54. Crapton R. Reducción de los índices de mortalidad coronaria prehospitalaria en las ambulancias y en la comunidad mediante un amplio sistema comunitario de asistencia a las urgencias cardíacas. *Am J Med (ed. esp.)*. 1975;124:136.
  55. Navalpotro JM, Fernández C, Navalpotro S. Supervivencia en las paradas cardiorrespiratorias en las que se realice resucitación cardiopulmonar durante la asistencia extrahospitalaria. *Emergencias*. 2007;19:300-5.
  56. Petit P. Motr subite d'origine cardiaque: la chaine de survie en France. *Bull Acad Natl Med*. 1999;183:1581-91.
  57. Jermyn BD. Cost-effectiveness análisis of a rural/urban first responder defibrillation program. *Prehosp Emerg Care*. 2000;4:43-7.
  58. Mossesso VN, 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;32:200-7.
  59. Weaver WD, Cobb LA, Hallstrom AP, Copass MK, Ray R, Emery M, et al. Considerations for improving survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med*. 1986;15:1181-6.
  60. Weaver WD, Copass MK, Bufi D, Ray R, Hallstram AP, Cobb LA. Improved neurologic recovery and survival alter early defibrillation. *Circulation*. 1984;69:943-8.
  61. Weaver WB, Hill D, Fahrenbruch CE, Copass MK, Martin JS, Cobb LA, et al. Use of automatic external defibrillator in the management of our of hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 1988;318:661-6.
  62. White RD, Vukov LF, Bugliosi TF. Early defibrillation by police: initial experience with measurement of critical time intervals and patient outcome. *Ann Emerg Med*. 1994;23:1009-13.
  63. White RD, Hankin DG, Bugliosi TF. Seven years experience with early defibrillation by police and paramedics in an emergency medical service system. *Resuscitation*. 1998;39:145-51.
  64. Myerburg RJ, Fenster J, Velez M, Rosenberg D, Lai S, Kurlansky P, et al. Impact of community-wide police car deployment of automated external defibrillator on supervivencia from our-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2002;106:1058-64.
  65. Forrer CS, Swor RA, Jackson RE. Estimated cost effectiveness of a police automated external defibrillator program in a suburban community: 7 year experience. *Resuscitation*. 2002;52:23-9.
  66. Stapczynski JS, Svenson JE, Stone CK. Population density automated external defibrillators. *N Engl J Med*. 2002;347:1242-7.
  67. Joice SM, Davidson LW, Manning KW, Wosey B, Topham R. Outcome of sudden cardiac arrest treated with defibrillation by emergency medical technicians EMT-Ds) or paramedics in a two-tered urban Ems system. *Prehosp Emerg Care*. 1998;2:13-7.
  68. Lui JCZ. Evaluation of the use automatic external defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest in Hong-Kong. *Resuscitation*. 1999;41:11-9.
  69. Nichol G, Laupacis A, Stiell IG. Cost-effectiveness analysis of potential improvements to emergency medic services for victims of out-of-hospital cardiac arrest. *An Emerg Med*. 1996;27:711-20.
  70. Wik L, Dorph E, Auestad B, Andreas Steen P. Evaluation of a defibrillator-basic cardiopulmonary resuscitation programme for non medical personnel. *Resuscitation*. 2003;56:167-72.
  71. Department of Emergency Medicine of Medical College of Virginia and Commonwealth University Health Center. The Public Access Defibrillation (PAD) Trial. Study design and rationale. *Resuscitation*. 2003;56:135-47.
  72. Koster RW. Automatic external defibrillator: key link in the chain of survival. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2002;13 Suppl I:S92-5.
  73. Colquhoun MC, Chamberlain DA, Newcombe RG, Harris R, Harris S, Peel K, et al. A national scheme for public access defibrillation in England and Wales: Early results. *Resuscitation*. 2008;78:275-80.
  74. Fleischhackl R, Roessler B, Domanovits H, Cantante F, Fleischhackl S, Foitik G, et al. Results from Austria's nationwide public access defibrillation (ANPAD) programme collected over 2 years. *Resuscitation*. 2008;77:195-200.
  75. Perales Rodríguez de Viguri N, Rubio Regidor M, Pérez Vela JL. Programas comunitarios de desfibrilación temprana. En: Perales Rodríguez de Viguri N, Pérez Vela JL, editores. *La desfibrilación temprana*. Madrid: Arán; p. 143-71.
  76. Drezner JA, Rogers KJ, Zimmer RR, Sennett BJ. Use of automated external defibrillators at NCAA Division I universities. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37:1487-92.
  77. Boraita Pérez A, Serratosa Fernández L. Muerte súbita en el deportista. Requerimientos mínimos antes de realizar deporte de competición. *Rev Esp Cardiol*. 1999;52:1139-45.

78. Ragosta M, Crabtree J, Sturner WQ, Thompson PD. Death during recreational exercise in the state of Rhode Island. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16:339-42.
79. MacAuley D. Does preseason screening for cardiac disease really work? the British perspective. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30 Suppl 10:345-50.
80. Noakes TD. Heart disease in marathon runners: a review. *Med Sci Sports Exerc.* 1987;19:187-94.
81. Franklin BA, Fletcher GF, Gordon NF, Noakes TD, Ades PA, Balady GJ. Cardiovascular evaluation of the athlete. Issues regarding performance, screening and sudden cardiac death. *Sports Med.* 1997;24:97-119.
82. McInnis K, Herbert W, Herbert D, Herbert J, Ribisl P, Franklin B. Low compliance with national standard for cardiovascular emergency preparedness at health clubs. *Chest.* 2001;120:283-8.
83. Zipes DP, Wellens HJ. Sudden cardiac death. *Circulation.* 1998;98:2334-51.
84. Folke F, Lippert FK, Nielson SL, Gislason GH, Hansen ML, Schramm TK, et al. Location of cardiac arrest in a city center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. *Circulation.* 2009;120:510-17.
85. O'Rourke MF, Donaldson EE, Geddes JS. An airline cardiac arrest program. *Circulation.* 1997;96:2849-53.
86. Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodsky JD, Nelson LL, Ramaswamy K, et al. Use of automated external defibrillators by a U.S. airline. *N Engl J Med.* 2000;343:1210-6.
87. McDonal RD, Mottley JL, Weinstein C. Impact of prompt defibrillation on cardiac arrest at a major international airport. *Prehosp Emerg Care.* 2002;6:1-5.
88. Caffrey S, Willaghy PJ, Pepe PE, Becker LE. Public use automated external defibrillators. *N Engl J Med.* 2002;347:1242-7.
89. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med.* 2000;343:1206-13.
90. Fedoruk JC, Paterson D, Hlynka M, Fung Ky, Gobet M, Currie W. Rapid on-site defibrillation versus community program. *Prehospital Disaster Med.* 2002;17:102-6.
91. 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.
92. Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NI, Cobbe SM. Potential impact of public access defibrillator on survival after out-of-hospital cardiopulmonary arrest: retrospective cohort study. *BMJ.* 2002;325:515-9.
93. Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NI, Cobbe SM. Effect of reducing ambulance response times on deaths from out-of-hospital cardiac arrest: cohort study. *BMJ.* 2001;322:1385-8.
94. Culley LL, Rea TD, Murray JA, Welles B, Fahrenbruch CE, Olsufka M, et al. Public access defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a community-based study. *Circulation.* 2004;109:1859-63.
95. Becker L, Gold LS, Eisenberg M, White L, Hearne T, Rea T. Ventricular fibrillation in King County, Washington: A 30-year perspective. *Resuscitation.* 2008;79:22-7.
96. Pell JP, Walke A, Cobbe SM. Cost-effectiveness of automated external defibrillators in public places. *Curr Opin Cardiol.* 2007;22:5-10.
97. Walker A, Sirel JM, Marsden AK, Cobbe SM, Pell JP. Cost effectiveness and cost utility model of public place defibrillators in improving survival after prehospital cardiopulmonary arrest. *BMJ.* 2003;327:1316-21.
98. Nichol G, Hallstrom AP, Ornato JP, Riegel B, Stell IG, Valenzuela T, et al. Potential cost-effectiveness of public access defibrillation in the United States. *Circulation.* 1998;97:1315-20.
99. Nichol G, Valenzuela T, Roe D, Clark L, Huszti E, Wells GA. Cost-effectiveness of defibrillation by targeted responders in public settings. *Circulation.* 2003;108:697-703.
100. Balady GJ, Chitman B, Foster C, Froelicher E, Gordon N, Van Camp S; American Heart Association; American College of Sports Medicine. Automated external defibrillators in health/fitness facilities. Supplement to the AHA/ACSM Recommendations for Cardiovascular Screening, Staffing, and Emergency Policies at Health/Fitness Facilities. *Circulation.* 2002;105:1147-50.
101. Becker L, Eisenberg M, Fahrenbruch C, Cobb L. Public locations of cardiac arrest: implications for public arrest defibrillation. *Circulation.* 1998;97:2106-9.
102. Eisenberg MS, Moore J, Cummins RO, Andresen E, Litwin PE, Hallstrom PA, et al. Use of the automatic external defibrillator in homes of survivor or out-of-hospital ventricular fibrillation. *Ann J Cardiol.* 1989;63:443-6.
103. Snyder DE, Uhrbrock K, Jorgenson DB, Skarr T. Outcomes of AED Use in Businesses and Homes. *Circulation.* 2002;106 Suppl II:66-669.
104. Bardy GH, Lee KL, Mark DB, Poole JE, Toff WD, Tonkin AM, et al; the HAT Investigators. Home Use of Automated External Defibrillators for Sudden Cardiac Arrest. *N Engl J Med.* 2008;358:1793-804.