

## Historia de la terapia eléctrica en reanimación

José Ricardo Navarro-Vargas<sup>I</sup>, Raúl Muñoz Corena<sup>II</sup>

<sup>I</sup> Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

<sup>II</sup> Universidad Metropolitana de Barranquilla. Colombia.

---

### RESUMEN

**Introducción:** la enfermedad coronaria es una de las principales causas de muerte en el mundo, y dentro del continuum del paro cardíaco, las arritmias fatales que se presentan durante la inestabilidad eléctrica secundaria a la obstrucción coronaria, responden a la terapia eléctrica.

**Objetivo:** actualizar la historia de la terapia eléctrica en reanimación cardiopulmonar y cerebral.

**Desarrollo:** durante más de dos siglos se han desarrollado e implementado técnicas modernas de aplicación de la terapia eléctrica en el entorno del paro cardíaco, hechos trascendentales que han reducido la morbilidad relacionada con el paro cardíaco.

**Conclusiones:** se reafirma la importancia de la terapia eléctrica dentro de la comunidad para el tratamiento efectivo de las arritmias más frecuentes que producen paro cardíaco a nivel extrahospitalario, así como los antecedentes y la justificación en el conocimiento del Desfibrilador Automático Externo (DEA) como medida práctica y segura en la reanimación por parte de los testigos (primeros respondientes) del paciente que presenta paro cardíaco.

**Palabras clave:** paro cardíaco, terapia, eléctrica, desfibrilación.

## INTRODUCCIÓN

Las compresiones torácicas de alta calidad y la desfibrilación temprana son las intervenciones de mayor impacto en la reanimación cerebro cardiopulmonar, ya que se traducen en un aumento significativo en la sobrevida de las víctimas de paro cardíaco.<sup>1-5</sup>

La desfibrilación ventricular puede ser realizada a nivel extrahospitalario con un aparato portátil práctico y seguro llamado desfibrilador automático externo (DEA). El DEA tiene un reconocimiento mundial como eslabón prioritario en la cadena de sobrevida<sup>6</sup> y la S.C.A.R.E. ha participado como consultor en la justificación legal que está realizando el Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud IETS para lograr su implementación en sitios públicos de nuestro país.<sup>7</sup>

## PARO CARDIACO Y REGISTRO DE PARO

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, en Colombia durante el año 2013 se presentaron 202.786 muertes por diferentes causas, dentro de las cuales se encuentra el infarto agudo de miocardio con 29.202 casos (14,4 %), seguido de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas con 11.221 (5,5 %).<sup>8</sup> Desafortunadamente, en los países latinoamericanos no se ha podido implementar el *Registro de Paro*, según lineamientos Utstein, el cual permitiría realizar investigación cuantitativa y veraz en la calidad de la reanimación.<sup>9</sup> En Colombia, aparece publicado un artículo aislado de Valencia y colaboradores del año 2011,<sup>10</sup> quienes realizaron un registro de los casos de paro cardíaco entre los meses de Julio y Octubre del 2010 en el hospital San Juan de Dios de Cali, donde se presentaron 22 casos de paro cardíaco, de los cuales, 40,9 % fueron mujeres y 59,1 % hombres. El 80 % de los casos se presentaron en el servicio de urgencias y el 20 % restante en la unidad de cuidados intermedios. Dentro de los diagnósticos iniciales más comunes se encontraron el paro respiratorio con 6 casos, seguido de infarto agudo de miocardio con 3 casos.<sup>10</sup>

## MUERTE SÚBITA CARDIACA Y RITMOS DE PARO

La muerte súbita cardíaca representa del 20 al 30 % de las muertes de origen cardíaco. En los Estados Unidos de América, es responsable del 7 al 18 % de los decesos totales,<sup>11,12</sup> con una incidencia de 70 a 155 casos por 100.000 habitantes/año.<sup>13</sup> En Francia, la incidencia es de 3.21 casos por 100.000 habitantes/año,<sup>14</sup> y en China es de 41,3 casos por 100.000 habitantes/año.<sup>15</sup> En la población infantil, en Holanda, hay informes de una incidencia de 3,2 casos por 100.000 habitantes/año.<sup>16</sup> El mayor número de casos se presenta en población entre los 45 años y 75 años de edad. La causa principal es la arterioesclerosis coronaria, la cual tiene predominio en la población masculina, pero con una participación cada vez mayor en el sexo femenino donde se ha informado que puede representar hasta el 35 % de la mortalidad de origen cardíaco.<sup>17-19</sup>

Los ritmos de paro más frecuentes son la taquicardia ventricular sin pulso (TVSP) y la fibrilación ventricular (FV) en un 60 a 80 %.<sup>20</sup> Arritmias que responden a la terapia eléctrica, motivo por el cual es imperativo capacitar desde la comunidad en general, hasta el más alto nivel de los proveedores de la salud, en el entrenamiento óptimo en esta terapia, para brindar a los pacientes mayor probabilidad de sobrevida.

Es fundamental conocer los diferentes cambios que ha tenido la terapia eléctrica a través del tiempo para comparar los diferentes modelos usados y el impacto que cada avance aportó en el aumento de la sobrevivencia de los pacientes.

Constituye el objetivo de este artículo, realizar una actualización de la historia de la terapia eléctrica en reanimación cardiopulmonar y cerebral.

## REVISIÓN CRONOLÓGICA DE LA TERAPIA ELÉCTRICA

La utilidad de la terapia eléctrica en reanimación se remonta al año 1796, cuando Richard Fowler le aplicó corriente galvánica al corazón de una rana en asistolia y se produjo una contracción normal.<sup>21,22</sup> En 1872, Green publicó seis casos de sobrevivientes de paro cardiorrespiratorio en pacientes anestesiados con cloroformo, a los cuales se les aplicó corriente eléctrica proveniente de baterías galvánicas. Pese a estos informes exitosos, el conocimiento del tratamiento de la fibrilación ventricular (FV) fue precario y sólo hasta 1886 John McWilliam describió sus efectos hemodinámicos y características clínicas, y explicó cómo el choque eléctrico podía revertirla.<sup>21-27</sup>

Prevost y Batelli introdujeron el concepto de desfibrilación eléctrica en 1899, después de notar que grandes voltajes aplicados al corazón de un animal podían poner fin a la fibrilación ventricular.<sup>28</sup> Posteriormente, Hooker, Kouwenhoven y Langworthy realizaron varios estudios, financiados por "Edison Electric Institute" y el "Instituto Nacional de Salud" de los Estados Unidos de América, con el fin de desarrollar un desfibrilador portátil que fuera útil para las empresas eléctricas, ya que sus empleados sufrían electrocución con frecuencia; y fue así como estos autores en 1933 publicaron un informe de la realización de una desfibrilación interna exitosa, mediante la aplicación de corriente alterna en un estudio animal.<sup>29,30</sup>

El primer informe oficial de una desfibrilación exitosa en un humano lo realizó Claudio S. Beck (1894-1971) en 1947, mediante la aplicación directa de corriente alterna a una frecuencia de 60 Hertz en el corazón de un paciente a quien se le practicó una cirugía cardíaca.<sup>27,28</sup> Al término de la década de 1940, uno de los padres de la *Reanimatología*, Vladimir Negovsky, aplicaba compresiones torácicas externas y desfibrilación a perros sometidos a hipotermia e introdujo los conceptos y términos de estado agónico, muerte clínica y enfermedad pos reanimación.<sup>31</sup>

Un profesor de ingeniería eléctrica en el Johns Hopkins Hospital, William B. Kouwenhoven (1886-1975) fue uno de los pioneros de la terapia eléctrica. Desde 1930 se dedicó a la investigación de la fibrilación ventricular y la desfibrilación inmediata, sin la necesidad de compresión cardíaca. La motivación principal para dedicarse a esta línea de investigación, fueron los pacientes sometidos a choque eléctrico accidental con corriente alterna. Kouwenhoven y su equipo realizaron múltiples estudios en perros entre 1950 y 1955, aplicando desfibrilación mediante electrodos colocados en la pared torácica y en 1957 dieron a conocer un desfibrilador perfeccionado, que consistía en una pequeña caja y dos cables aislados con electrodos de cobre.<sup>28,32</sup> En la misma época, Maurice Paul Zoll (1911-1999) un cardiólogo judío-estadounidense y uno de los pioneros en el desarrollo del marcapasos y desfibrilador cardíaco, graduado en la Escuela Latina de Boston (1928), demostró en el año 1952, que la estimulación eléctrica externa del tórax de un paciente durante el paro cardíaco podía suspender la arritmia fatal y hacer que se produjera un ritmo cardíaco efectivo. En 1956 desfibriló con éxito a un ser humano a través de electrodos de cobre sobre el tórax y realizó la primera cardioversión eléctrica en humanos en los

años 50.<sup>33</sup> Zoll además desarrollo un método para la estimulación eléctrica directa del corazón a través de un marcapaso implantado. Este avance tecnológico fue el paso para el desarrollo de los marcapasos cardíacos actuales.<sup>33</sup> James Jude, cirujano de tórax desarrolló el masaje cardíaco a tórax cerrado y se le considera el padre de las compresiones torácicas. Falleció en el mes de julio de 2015. (Fig. 1).



**Fig. 1.** Pioneros de la reanimación en el mundo, 1975. (Fuente. *Journal Pearls in Intensive Care Medicine*, <https://infouci.org/2013/08/27/historia-de-la-rcp-parte2/>, revisado junio 20 de 2016).

A partir de estos trabajos, Edmark-Lown y colaboradores, descubrieron que los desfibriladores de corriente continua (c.c.) eran más efectivos y producían menos efectos secundarios que los desfibriladores de corriente alterna (c.a). La administración de corriente continua fue perfeccionada durante los años 1960.<sup>34</sup>

En 1967, Pantridge y Geddes describieron un aumento en la supervivencia de pacientes que presentaron paro cardíaco extrahospitalario, mediante el uso de una unidad móvil de cuidado coronario equipada con un desfibrilador de corriente continua alimentado por baterías. Hacia 1970 fueron diseñados instrumentos experimentales internos y externos para detectar la fibrilación ventricular de manera automática.<sup>28</sup> En 1979, Diack y colaboradores describieron la experiencia clínica y experimental con el primer desfibrilador automático externo (DEA).<sup>35</sup> Esto dio lugar a la implementación de la desfibrilación para uso por la comunidad y le dio vida al algoritmo de manejo del paro extrahospitalario (ABC primario) complementando la nemotecnia diseñada por Peter Safar con la D, del DEA (ABCD primario).<sup>28,30</sup>

El primer desfibrilador interno automático se implantó en un ser humano en febrero de 1980. En ese mismo año, Weaver y asociados informaron que la iniciación rápida de reanimación cardiopulmonar (RCP) y la desfibrilación precoz, podrían producir retorno a la circulación espontánea y hacer que se recuperara la conciencia rápidamente en pacientes que sufrían paros cardíacos fuera del hospital.<sup>28,30</sup>

En 1980, Eisenberg y Copass publicaron un aumento en la tasa de supervivencia de pacientes que presentaron paro cardíaco extrahospitalario, que fueron desfibrilados por Médicos de Urgencias especialmente capacitados, comparados con la de pacientes con paro extrahospitalario que recibieron el tratamiento usual y rutinario, que incluía RCP básico y transporte al centro hospitalario.<sup>29,30</sup>

En 1991, Richard Cummins introdujo el concepto de cadena de supervivencia que se ha validado a través del tiempo.<sup>32</sup> (Fig. 2).



**Fig. 2.** Cadena de supervivencia.  
(Versión europea, arriba, versión americana abajo).

En el año 2010, la Asociación Americana del Corazón (AHA), adicionó un quinto eslabón a la cadena de supervivencia: la conducta integral del paciente que recupera la circulación cardíaca de manera espontánea y del síndrome posparo cardíaco;<sup>36</sup> una vez el paciente recupera la circulación cardíaca de manera espontánea queda en una condición de gran inestabilidad hemodinámica que se explica por el síndrome isquemia/reperfusión y requiere de un tratamiento integral y estricto en una Unidad de Cuidado Intensivo.<sup>36,37</sup> (Fig. 3).

Como se aprecia, a nivel extrahospitalario, el tercer eslabón, la desfibrilación, es un paso definitivo en la reanimación de un paciente que presenta un ritmo desfibrilable (FV/TVSP). Justifica realizar todos los esfuerzos para que las políticas sanitarias lo implementen en la comunidad y, que la misma esté capacitada para hacer buen uso del mismo. La terapia eléctrica es quizá uno de los aportes más importantes en la reanimación del paciente con un corazón "demasiado joven para morir".

Se concluye que la terapia eléctrica ha ganado terreno dentro de la comunidad para el tratamiento efectivo de las arritmias más frecuentes que producen paro cardíaco a nivel extrahospitalario: la TVSP/FV. Este artículo revisa los antecedentes y la justificación en el conocimiento del desfibrilador automático externo DEA como medida práctica y segura en la reanimación por parte de los testigos (primeros respondientes) del paciente que presenta paro cardíaco.

**Financiamiento:** ninguno.

**Conflicto de intereses:** ninguno.



**Fig. 3.** Cadena de supervivencia con los 5 eslabones. Arriba a nivel intrahospitalario, donde se hace importante la prevención y la vigilancia, y abajo a nivel extrahospitalario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *European Heart Journal*. 2001; 22: 511-519.
2. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *The New England Journal of Medicine*. 2015; 372: 2307-2315.
3. Blom MT, Beesems SG, Homma PC, et al. Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators. *Circulation*. 2014; 130: 1868-1875.
4. Berdowski J, Blom MT, Bardai A, Tan HL, Tijssen JG, Koster RW. Impact of on site or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2011; 124: 2225-2232.
5. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *The New England Journal of Medicine*. 2015; 372: 2316-25.
6. Navarro JR, Garzón JF, Villarreal MJ. Panorama del desfibrilador externo automático en el mundo. *Actas Peru Anestesiología y Reanimación*. 2011; 19: 102-110.

7. Análisis de costo-efectividad del uso del Desfibrilador Externo Automático (DEA) comparado con reanimación cardiopulmonar básica (RCP) en Colombia. Documento de árbol de decisiones del Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud IETS, 2014. En línea. Consultado: Junio 20, 2016. URL disponible en: <http://www.iets.org.co>.
8. Estadística de causas de muertes según DANE, año 2013. En línea. Consultado: Junio 20, 2016. URL disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/poblacion-y-demografia/nacimientos-y-defunciones>
9. Navarro-Vargas JR. Registro de paro cardiaco en el adulto. Rev Fac Med. 2005; 53: 196-203.
10. Valencia W, Navarro J R, Ramírez K, Rubio J M, Bautista M, Truque M. Implementación del registro de paro cardiorrespiratorio en un hospital de segundo nivel. Rev. Colomb. Anestesiol. 2011; 39 (4): 478-487.
11. Rodríguez-Reyes H, Muñoz Gutiérrez M, Márquez M, Pozas Garza G, Lafuente E, Ortíz Galván F, Lara Vaca S y Mariona Montero V, Muerte súbita cardiaca. Estratificación de riesgo, prevención y tratamiento. Arch Cardiol Mex. 2015; 85(4) :329-336.
12. Stecke EC, Reinier K, Marijon E. Public health burden of sudden cardiac death in the United States. Circ Arrhyth Electrophysiol. 2014; 7: 212-217.
13. Nichol G, Thomas E, Callaway CW. Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome. JAMA. 2008; 300: 1423-31.
14. Marijon E, Tafflet M, Celermajer D. Sports-related sudden death in the general population. Circulation. 2011; 124: 672-81.
15. Hua W, Zhang L-F, Wu Y-F. Incidence of sudden cardiac death in China: Analysis of 4 regional populations. J Am Coll Cardiol. 2009; 54:1110-18.
16. Bardai A, Berdowsky J, Van der Werf Ch. Incidence, causes, and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in children. A comprehensive, prospective, population-based study in the netherlands. J Am Coll of Cardiol. 2011; 57:1822-28.
17. Bunch TJ, Hohnloser SH, Gersh BJ. Mechanisms of sudden cardiac death in myocardial infarction survivors. Insights from the randomized trials of implantable cardioverterdefibrillators. Circulation. 2007;115: 2451-2457.
18. Elliott PM, Mohiddin SA. Almanac 2011: Cardiomyopathies. The national society journals present selected research that has driven recent advances in clinical cardiology. European NSJ Almanac 2011. Arch Cardiol Mex. 2012; 82:59-65.
19. Galea S, Blaney S, Nandi A. Explaining racial disparities in incidence of and survival from out-of-hospital cardiac arrest. Am J Epidemiol. 2007;166: 534-543.
20. Dorantes-Sánchez M, Castro-Hevia J, Fayad-Rodríguez Y. Registro ambulatorio electrocardiográfico Holter al momento de un evento de muerte súbita. Arch Cardiol Mex. 2009; 79 (2):127-131.

21. Mora-Pabón G. Terapia eléctrica en cardiología, actualización electrofisiología. Rev. Fac. Med. 2005; 53(1): 35-45.
22. Guías colombianas de electrofisiología cardiovascular. Revista Colombiana de Cardiología. 2011;18(3):23-31.
23. Fowler R. Experiments and observations relative to the influence lately discovered by Mr Galvani, and commonly called animal electricity. Bibl Br. 1786; 11 (1):41-53
24. Green T. On death from chloroform: its prevention by galvanism. Br Med J. 1872 1: 551-553
25. MacWilliam JA. Fibrillar contraction of the heart. J Physiol 1887; 8; 296. En línea. Consultado: Junio 12, 2016. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1485090/pdf/jphysiol02445-0068.pdf>
26. MacWilliam JA. On electrical stimulation of the mammalian heart. Trans Int Med Congress, 9th session. Washington 1887; III p.253.
27. Crockett PJ, Droppert BM, Higgins SE. Desfibrilación: Lo que Usted Debe Saber. 1991 Physiocontrol -Corporation. Grupo DEA - Documentación.
28. Navarro JR, Eslava JH. Desfibrilación automática externa. Atención Prehospitalaria. Fundamentos. Editorial Distribuna, Rubiano AM, Paz AI editores. Bogotá-Colombia, 2004. p 370-383.
29. Herrero S, Varon J, Sternbach GL, Fromm RE: History of the Cardiopulmonary resuscitation. 2013 Journal of Pearls in Intensive Care Medicine. En línea. Consultado: Junio 13, 2016. URL disponible en: <https://infouci.org/2013/08/27/historia-de-la-rcp-parte2/>
30. Navarro-Vargas JR. Temas selectos en reanimación cerebro cardiopulmonar. (Spanish edition). Kindle edition, Amazon, e-book, 2015.
31. Negovsky VA, Gurtvitch AM, Zolotokrylina ES. Postresuscitation Disease. Amsterdam, Elsevier. 1983. Pp125-131
32. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: The "chain of survival" concept. Circulation 1991; 83 (5): 1832-1847.
33. Milestone in History. Paul M Zoll, MD. The early research. En línea. Consultado: Junio 20, 2016. URL disponible en: <http://www.zoll.com/about-zoll/corporate-milestones/>.
34. Lown B, Crampton RS, De Silva RA, Gascho JA. The energy for defibrillation-too little or too much?. New Eng J Medicine. 1978; 298: 1258-59.
35. Diack AW, Welborn WS, Rullman RG. Walter CW, Wayne MA. An Automatic Cardiac Resuscitator for Emergency Treatment of Cardiac Arrest. Med Instrument. 1979; 13: 78-83

36. Peberdy MA, Callaway CW, Neumar RW, Geocadin RG, Zimmerman JL, Donnino M, et al. Part 9. Post-Cardiac Arrest Care. 2010, American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010; 122: S768-S786.

37. Navarro-Vargas JR, Díaz JL. Síndrome posparo cardíaco. *Rev Colomb Anestesiol*. 2014; 42: 107-113.

Recibido: agosto 12, 2016.

Aprobado: septiembre 30, 2016.

*José Ricardo Navarro-Vargas*. Especialista en Anestesiología y Reanimación, Profesor Titular de medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. [rmunoz@unimetro.edu.co](mailto:rmunoz@unimetro.edu.co); [jrnavarro@unal.edu.co](mailto:jrnavarro@unal.edu.co)