



Reanimación cardiopulmonar y cerebral. Historia y desarrollo

Dr. Jorge Huerta-Torrijos,* Dr. Raúl Díaz Barriga-Pardo,* Enf. Silvia Angélica García-Martínez*

RESUMEN

Uno de los más importantes avances de la medicina contemporánea está relacionado con el reconocimiento de la muerte súbita. Hace sólo 40 años las técnicas de reanimación cardiopulmonar y cerebral (RCPC) se desarrollaron independientemente. La integración de los procesos, reanimación básica (ABC) y avanzada (DEF), dio paso al nacimiento de la reanimatología.

La reanimatología y la investigación básica en que la RCPC se sustenta, ha mejorado nuestra capacidad para entender los procesos de muerte y el daño ocasionado por la reperfusión tisular. Muchos hospitales y servicios de urgencias aplican los conocimientos recientemente adquiridos de manera cotidiana. La información se ha obtenido gracias al talento y capacidad de clínicos, investigadores y asociaciones médicas, y por el uso de equipos modernos para capacitar a los proveedores de apoyo vital.

En nuestro país el desarrollo, entrenamiento y difusión de la RCPC son aún incipientes a pesar de amplios programas de enseñanza auspiciados por instituciones de salud públicas y privadas. La intención de este trabajo es difundir la historia de la reanimación cardiopulmonar y cerebral como tema de actualidad ligado al desarrollo de la medicina.

Palabras clave: Resucitación cardiopulmonar, apoyo vital, muerte súbita.

SUMMARY

One of the most important advances of contemporaneous medicine is related to the recognition of reversibility of sudden death. Just about 40 years ago the techniques for cardiopulmonary and cerebral resuscitation (CPCR) had an independent development. The integration of the process, basic life support (ABC) and advanced life support (DEF), has resulted in the birth of reanimatology. The reanimatology and basic investigation in which CPCR is sustained, has improved our capacity to understand the processes of death and damage due of tissue reperfusion. The new acquired knowledges are applied daily in many hospitals and emergency services. The information has been obtained due to the talent and ability of clinicians, investigators, medical associations, and by the use of modern devices to train the vital support providers.

In our country the development, training and diffusion of the CPCR are still incipient spite of the wide teaching programs sponsored by public and private health institutions. The purpose of this work is spread the history of cardiopulmonary and cerebral resuscitation as an update subject linked to the development of medicine.

Key words: Cardiopulmonary resuscitation, life support, sudden death.

CONCEPTOS BÁSICOS

La historia de la reanimación cardiopulmonar es inseparable de la historia de la medicina en general. Nosotros y las generaciones futuras, debemos aprender de la historia;¹ para evitar reinventar la rueda o perder información potencialmente valiosa. La ciencia de la reanimación cardiopulmonar y cerebral está enfocada

a la fisiopatología y la reversibilidad de estados agudos terminales y de muerte clínica, sus métodos de tratamiento, tales como: a) los ABC's de la reanimación cardiopulmonar y cerebral básica y sus sistemas de aplicación; b) la medicina crítica multidisciplinaria; c) los de activación de los sistemas médicos de emergencia móviles e intrahospitalarios, cada uno con su propia historia, misma que será abordada más adelante.

El apoyo vital básico, requiere la aplicación de tres pasos: A) control de la vía aérea, B) ventilación y C) circulación. El apoyo vital avanzado, identifica

* Clínica Londres, Unidad de Terapia Intensiva.

las acciones encaminadas a restaurar la circulación espontánea, y consiste en los pasos siguientes: D) drogas y líquidos, E) electrocardiograma y F) tratamiento de la fibrilación ventricular. Una vez restituida la circulación espontánea, el apoyo vital debe prolongarse algunos pasos más: G) graduar y medir, H) humanizar e I) Terapia Intensiva.

Con las acciones básicas (A, B, C) se intenta proveer de oxígeno a los tejidos en situaciones de urgencia. Con las acciones avanzadas (D, E, F) se restaura la circulación espontánea, y con el apoyo vital prolongado (G, H, I), se intenta rescatar la vida de "corazones y cerebros demasiado buenos para morir".²

HISTORIA HASTA EL AÑO 1800

Es difícil identificar cuándo se iniciaron las primeras acciones para revertir el paro cardiorrespiratorio en personas sanas o enfermas. Esa historia puede ser tan antigua como la misma humanidad. Sin embargo, una de las primeras referencias escritas se encuentra en el Antiguo Testamento y, posteriormente, en la Edad Media con A. Vesalius (1514-1564); T. Paracelso (1493-1541), y a partir del año 1700, con las sociedades humanistas de Amsterdam, Copenhague, Londres y Massachusetts.³ Algunas de ellas recomendaron la aplicación de la respiración boca a boca en víctimas de ahogamiento. Ciertas técnicas de reanimación fueron poco efectivas y hoy nos llaman la atención por su carácter anecdótico, como son la técnica de inversión (1770), que consistía en colgar de los pies a la víctima; la técnica del barril (1773) con la que se rodaba un barril sobre el pecho de la víctima; o la técnica del caballo al trote (1812), en la que se amarraba a la paciente boca abajo sobre un caballo a trote para inducir la entrada y salida de aire.⁴ El desarrollo de las técnicas modernas de reanimación cardiopulmonar tiene su origen en el descubrimiento de la anestesia general por el dentista de Boston, Thomas Morton, quien utilizó éter sulfúrico en 1846 durante un procedimiento quirúrgico llevado a cabo por el cirujano Warren. El éter sulfúrico y el cloroformo trajeron consigo la promesa de la Edad de Oro de la cirugía universal, pero también el riesgo nada infrecuente de complicaciones, tales como son la obstrucción de las vías respiratorias superiores, la apnea y el paro cardíaco.

HISTORIA DE 1800 A 1950

Desde 1850 hasta los años de la I Guerra Mundial, la anestesia se aplicaba por inhalación de éter y

cloroformo, sin contar con sistemas de ventilación mecánica y protección de la vía aérea superior. En esa etapa, los anestesiólogos utilizaban la maniobra de empujar la mandíbula hacia el plano anterior (maniobra de Esmarch-Heiberg), para liberar la vía aérea. Pero la maniobra que levanta el mentón y extiende la cabeza nunca fue pensada como útil para lograr el mismo fin.

La ventilación artificial dentro y fuera de los hospitales se intentaba por métodos de compresión torácica. La ventilación artificial no fue posible hasta la llegada de las máquinas para la aplicación de anestésicos inhalados; primero con fuelles y después con bolsas plásticas que contenían mezclas de gases. Durante la II Guerra Mundial, los fuelles de Kreiselman fueron utilizados fuera de la sala de operaciones para asistencia mecánica ventilatoria con presión positiva.⁵

En los años cercanos a 1850, era crucial aplicar instrumentos para garantizar la adecuada ventilación pulmonar de los enfermos sometidos a anestesia general. A pesar de que se contaba con sistemas de fuelles para lograrlo, la aparición de reportes exagerados de barotrauma pulmonar obligaron a retirar su uso a partir de 1857, año en el que se sustituyeron por compresiones torácicas con el paciente en posición supina (método de Hall).³

A pesar de este retroceso, algunos anestesiólogos utilizaron la respiración boca a boca en pacientes con sobredosis de anestésicos. En 1861 se introdujo la técnica de compresión torácica en decúbito supino, con los brazos levantados (método de Silvester); seguido por el método de compresiones torácicas con el paciente en decúbito prono (método de Schafer), continuando con el método de compresiones en prono con los brazos levantados (método de Holger-Nielsen). Estos métodos prevalecieron hasta la década de 1950. Hasta entonces corregir la obstrucción de la vía aérea superior por tejidos blandos (lengua), no se usó como parte fundamental en la reanimación cardiopulmonar y cerebral.

La intubación endotraqueal por palpación, se practicaba esporádicamente al término del siglo XIX, habiéndose iniciado la técnica probablemente en Francia e Inglaterra,⁶ principalmente en pacientes afectados por la difteria. La intubación endotraqueal por laringoscopia directa en pacientes anestesiados, se inició cerca del año 1900 en Alemania por Khun,⁷ haciéndose uso frecuente de ella hasta los inicios de la década de 1920, primero en Inglaterra y después en los Estados Unidos. Durante la II Guerra Mundial la intubación endotraqueal era

práctica común entre los ejércitos aliados. Alemania y Japón utilizaban el método de anestesia general por goteo abierto de éter o cloroformo.

La aparición de muerte súbita por infarto agudo del miocardio, era considerada una situación sin esperanza de vida. En 1947 H. Beck de Cleveland introdujo el concepto de "corazones demasiado buenos para morir" después de practicar la primera desfibrilación afortunada.^{8,9} La primera reanimación por paro cardíaco con tórax abierto fue realizada por Kristian Igelsrud (1901) en Noruega.³ Es de resaltar que antes de que se describiera la técnica de compresión cardíaca con tórax abierto, Boehm en animales,¹⁰ y Maass en humanos,¹¹ describieron y reportaron sus resultados con la aplicación de compresión torácica externa. Koenig y Maass informaron en reuniones con cirujanos los resultados obtenidos con esta técnica, aplicada a 40 pacientes con paro cardíaco, mas sin embargo la técnica fue olvidada hasta el año 1959.¹²

En el siglo XIX Hoffa y Ludwig describieron la fibrilación ventricular, pero ésta no fue reconocida como la causante de la muerte súbita, por lo que permaneció sin tratamiento por casi 50 años, hasta el descubrimiento de la desfibrilación en el año 1899.¹³

La epinefrina se descubrió en la década de 1890. Fue utilizada hasta el año de 1906, inicialmente en pacientes con asistolia.¹⁴ Otros inventos y descubrimientos facilitaron la aplicación de la reanimación cardiopulmonar y cerebral. Algunos de los más importantes son la administración de líquidos endovenosos,¹⁵ el descubrimiento de los grupos sanguíneos por Landsteiner de Viena,¹⁶ y la invención del electrocardiógrafo por Einthoven.¹⁷

Desgraciadamente, muchas víctimas civiles y militares de la I y II Guerras Mundiales no tuvieron una segunda oportunidad de vida, puesto que los investigadores, clínicos y rescatadores no supieron establecer una adecuada comunicación entre ellos durante la primera mitad del siglo XX y ninguno supo reconocer en ese momento, la importancia de integrar todos estos conocimientos y descubrimientos en un sistema de reanimación aplicable.¹⁴

HISTORIA DE 1950 A 1980

Fue en la ciudad de Moscú, durante la década de 1930, cuando Negovsky creó el primer laboratorio dedicado a la investigación de la reanimación. Negovsky desarrolló modelos eficientes para estudiar los procesos de exanguinación y paro cardíaco en perros, y los conocimientos obtenidos los aplicó

con éxito a algunos soldados nazis clínicamente muertos durante el sitio de Moscú durante los años 1941 y 1942.

Al término de la década de 1940, Negovsky y sus colaboradores aplicaban compresiones torácicas externas y desfibrilación en perros sometidos a hipotermia, introduciendo los conceptos y términos de estado agónico, muerte clínica y enfermedad posreanimación.¹⁸ Negovsky pudo en 1962, reunirse en la ciudad de Pittsburgh con Peter Safar y otros reanimatólogos para el desarrollo de un simposium internacional, más allá de las restricciones políticas impuestas por la Guerra Fría. En ese momento se conceptuó el Sistema de Reanimación Cardiopulmonar y Cerebral, con aplicación y métodos orientados a la protección cerebral durante el paro circulatorio.⁴

Como ya se mencionó, el Dr. Beck de Cleveland influenciado por el fisiólogo Wiggers,¹⁹ revolucionó la reanimación cardiopulmonar con tórax abierto al aplicar la primera desfibrilación exitosa en un corazón humano en 1947. Beck reconoció en 1937 que la taquicardia ventricular sin pulso y la fibrilación ventricular eran mortales en pacientes con corazones totalmente funcionales. Reconoció la diferencia entre los corazones que se detienen en asistolia con aspecto cianótico (asfixiados) de aquellos que se detienen por fibrilación ventricular con aspecto rosa pálido.¹² De ahí la insistencia de Beck para aplicar una corriente alterna para desfibrilar, dada a conocer por Kouwenhoven y Langworthy.²⁰

En la década de 1950, Peter Safar aprendió de Dripps²¹ la práctica de la reanimación cardiopulmonar con tórax abierto, incluso fuera de la sala de operaciones. Los médicos de algunos hospitales, durante sus guardias traían consigo un bisturí estéril y actuaban con grupos de anestesiología que contaban con fuelles y equipos para intubación endotraqueal para aplicar reanimación cardiopulmonar.⁵ A pesar de estos avances, la apnea y la ausencia de pulso fuera de esos hospitales, era sinónimo de muerte.

APOYO VITAL BÁSICO CONTEMPORÁNEO

Los individuos no relacionados a la medicina, no tenían opciones reales para aplicar medidas de reanimación cardiopulmonar y cerebral básica. Por el desarrollo de estudios de investigación clínica con voluntarios sometidos a intubación endotraqueal, en los inicios de la década de 1950 se decidió cambiar del método de Schafer al de

Holger-Nielsen. Con la aparición de varios trabajos de investigación casi en forma simultánea a finales de la década de 1950, nació la reanimación cardiopulmonar y cerebral básica, como la conocemos hoy:

- a) Control de la vía aérea, sin necesidad de instrumentos.⁸
- b) Ventilación por presión positiva intermitente, aplicando el aire exhalado de un rescatador.²²⁻²⁵
- c) Compresiones torácicas externas.^{13,26}
- d) Desfibrilación externa.²⁷
- e) Se conjuntó todo lo anterior para aplicarlo de manera sistémica.⁵

Paso A. Control de la vía aérea

En el hospital de la ciudad de Baltimore, se efectuó un estudio en 100 pacientes y voluntarios sanos anestesiados, en los que se demostró por radiología como la lengua y la epiglotis obstruían el paso de aire durante la inconsciencia, a menos que se extendiera la cabeza, la mandíbula se levantara y la boca se abriera (triple maniobra de la vía aérea).²⁸ La mecánica de desobstrucción descrita, es la misma con el paciente en decúbito prono o en supino.

Paso B. Ventilación

Para poder comparar los métodos de ventilación pulmonar manuales usando fuelles con la ventilación boca a boca, fue necesario realizar un estudio con 27 voluntarios sanos, a los que se aplicaron relajantes musculares con efectos curarizantes, sin el uso de tubo endotraqueal.^{24,25} Estos experimentos probaron la rápida desaturación al momento de inducir parálisis muscular (apnea), y la rápida reoxigenación con la ventilación boca a boca. Los sistemas manuales de fuelles resultaron menos eficientes porque generaban problemas para mantener la adecuada posición de las estructuras de las vías respiratorias superiores (triple maniobra de la vía aérea) y por generar expansión pulmonar inadecuada. Gordon y colaboradores,²⁹ confirmaron la superioridad de la ventilación boca a boca en niños. Simultáneamente Ruben introdujo la bolsa-reservorio-mascarilla que reemplazó a las unidades de fuelle-válvula-mascarilla.³⁰

Paso C. Circulación

Kouwenhoven, profesor de ingeniería eléctrica en el Johns Hopkins Hospital, desde la década de

1930, se dedicó a la investigación de la fibrilación ventricular y la desfibrilación inmediata, sin la necesidad de compresión cardíaca.²⁰ La motivación principal para cultivar esta línea de investigación, fueron los pacientes sometidos a choque eléctrico accidental con corriente alterna de 60 ciclos.

En 1957 Kouwenhoven y Safar discutieron la necesidad de encontrar algún método en el que las personas no relacionadas a la medicina pudieran restablecer la circulación en forma artificial. Safar sugirió la propuesta original de Waters encaminada a inducir altas presiones durante la ventilación. Estos trabajos en perros no tuvieron éxito.

En 1958 el ingeniero Knickerbocker, alumno de Kouwenhoven, hizo un descubrimiento crucial.¹³ Cuando se presionaban los electrodos del desfibrilador sobre la pared torácica del perro, notó una onda de presión arterial al aplicar al perro compresión torácica externa. Más tarde Jude, quien era residente de cirugía, aplicó las compresiones torácicas externas a pacientes.²⁷ La documentación del paso C se facilitó por la introducción del halotano, nuevo anestésico en ese entonces, que por no utilizarse con vaporizadores de precisión, generaban frecuentemente asistolia durante la inducción anestésica. Algunas compresiones en el esternón, más la aplicación de ventilación mecánica con oxígeno suplementario, lograban restablecer la circulación espontánea. En ese estudio, cada paciente fue su propio control. La aplicación de apoyo vital básico fue exitosa, sin necesidad de aplicar terapia eléctrica. La reanimación cardiopulmonar externa se introdujo sin necesidad de someter al paciente a estudios randomizados, sin estadística contundente o sistemas de cómputo complejos.

APOYO VITAL BÁSICO (PASOS A, B, C COMBINADOS)

Al observar que las compresiones torácicas externas durante la asistolia no producían ventilación pulmonar, investigaciones subsecuentes en perros llevaron a alternar compresiones/ventilación con un rescatador de 15:2, y con dos rescatadores de 5:1.²⁸⁻³¹ Desde entonces se supo que, en presencia de fibrilación ventricular con compresiones torácicas externas, el gasto cardíaco obtenido era sólo del 30% del normal, con flujos más altos al administrar epinefrina endovenosa.^{31,32} Así se consolidó la integración de los pasos A, B y C como medida para mantener la oxigenación tisular en límites bajos, hasta que se pudo lograr el restablecimiento de la circulación es-

pontánea con el uso de la epinefrina y desfibrilación.^{13,29} Hasta hoy, no se ha podido implementar un método capaz de aumentar el flujo tisular con un gasto mayor al 30%.

APOYO VITAL AVANZADO. ERA MODERNA

En 1960 se transfirieron los pasos D, E y F usados durante la compresión cardíaca con tórax abierto a las compresiones torácicas externas, con tórax cerrado, para lograr la restitución de la circulación espontánea.³³ Gurvitch, quien trabajaba en el laboratorio de Negovsky, documentó en la década de 1940, la utilidad de aplicar corriente eléctrica procedente de un capacitor de descarga para desfibrilar animales de experimentación.³⁴ Zoll y colaboradores,²⁸ en la ciudad de Boston, realizaron la primera desfibrilación externa exitosa después de iniciada la fibrilación ventricular, sin la necesidad de aplicar los pasos A, B y C. Zoll³⁵ incorporó al proceso un osciloscopio y marcas pasos externo e interno. Para 1960, primero en Praga, Moscú y Estados Unidos se introdujo en los desfibriladores un capacitor de descarga y una batería que permitió la movilización de estos equipos a escenarios pre-hospitalarios.^{34,36,37}

El sistema de apoyo vital básico seguido por el apoyo vital avanzado, con la inclusión de la intubación endotraqueal, terapia con líquidos endovenosos, electrocardiografía y ventilación mecánica, fueron agrupados en los lineamientos del Comité de Reanimación Cardiopulmonar de la American Heart Association, gracias a los esfuerzos de Jude, Elam, Gordon, Safar y Schedis al inicio de la década de 1960.³³ La sistematización del apoyo vital avanzado del paciente con trauma fue recomendada en esas mismas fechas e implementado por el American College of Surgeons, aproximadamente una década después.³⁸

Actualmente se han descrito técnicas para mejorar la circulación artificial durante el proceso de reanimación cardiopulmonar.³⁹ Entre ellos destaca la compresión alterna del tórax y del abdomen con el propósito de mejorar la circulación coronaria. Para lograrlo es necesario monitorizar la presión arterial invasiva y el objetivo es lograr una presión diastólica de 30 mmHg durante las compresiones. No existen a la fecha estudios controlados que definan el grado de beneficio de estas medidas.

Recientemente se publicaron los lineamientos generales 2000 para la reanimación cardiopulmonar y la urgencia cardiovascular.⁴⁰ Por primera vez en la historia de la reanimatología se conjuntaron

los esfuerzos de diversas asociaciones y consejos del mundo para emitir su experta opinión en un documento sustentado en medicina basada en evidencias. Los cambios más relevantes de esos lineamientos son: a) cambios en la forma como se enseña a los proveedores de la reanimación cardiopulmonar básica y avanzada, b) énfasis en la detección y tratamiento temprano de la fibrilación ventricular y c) énfasis en la detección y tratamiento temprano con trombólisis del evento vascular cerebral trombótico.

La importancia de la desfibrilación temprana en pacientes que colapsan en escenarios pre-hospitalarios se sustenta en dos estudios clínicos recientes,^{41,42} uno de ellos efectuado en un casino de juego y otro en una aerolínea que transporta pasajeros. En ambos estudios la sobrevida hospitalaria mejora hasta un 74% cuando la terapia eléctrica se aplica en menos de 3 minutos después del colapso.

APOYO VITAL PROLONGADO. ERA MODERNA

Los pacientes sujetos a apoyo vital básico y avanzado en quienes se ha restaurado la circulación espontánea, que se encuentran en estado de coma o, que por otras razones están gravemente enfermos o lesionados, requieren de apoyo vital prolongado (traslado a una Unidad de Terapia Intensiva). La primera unidad de terapia intensiva con personal capacitado con cobertura de 24 horas, fue la del neurocirujano W. Dandy en la década de 1930. Al inicio de la década de 1950, los anestesiólogos escandinavos crearon una unidad de terapia intensiva respiratoria para contener la epidemia de poliomielitis o para el manejo de pacientes intoxicados con barbitúricos.^{43,44} Ese grupo de anestesiólogos escandinavos, reconoció las frecuentes fallas del equipo conocido como pulmón de acero o pulmotor, para mantener pacientes en ventilación artificial por tiempo prolongado. En Baltimore, en los Estados Unidos, en 1960 se dio el paso para pasar de pulmotor a sistemas de ventilación mecánica, usando tubos largos, atraumáticos y con un globo inflable en su extremo distal.⁴⁵ La unidad de terapia intensiva de este hospital, desde 1958 contaba con personal para una cobertura de 24 horas, aparentemente identificada como la primera en los Estados Unidos. Otorgaba servicios que iban más allá de los cuidados respiratorios al atender a pacientes con disfunción orgánica múltiple. Simultáneamente se iniciaron otras unidades de terapia intensiva, como las de Boston, Toronto y Auckland en Nueva Zelanda.

En Boston, Bendixen y Pontoppidan introdujeron el monitoreo de gases en las unidades de terapia intensiva.⁴⁶ Tan crucial sistema de monitoreo de gases en sangre fue posible gracias a la unidad triple de electrodos inventada por Severinghaus⁴⁷ y el desarrollo subsecuente de conocimientos de fisiopatología cardiopulmonar aplicables al paciente gravemente enfermo.

La primera unidad de cuidados intensivos coronarios se creó en la década de 1960 en los Estados Unidos por Day.⁴⁸ Las primeras unidades de terapia intensiva pediátricas, se establecieron en Gothernburg, Suecia y en Liverpool, Inglaterra; seguidas por Filadelfia y Pittsburgh en los Estados Unidos.⁴⁹ La especialidad de medicina crítica con carácter multidisciplinario fue iniciada por Weil, Safar y Shoemaker en 1968 y fundada como sociedad en 1971 con 29 especialistas.^{49,51}

Sistemas de emergencia y de medicina crítica

Desde la década de 1950 se reconoció que, para lograr efectividad en el apoyo vital y en la reanimación de pacientes, las acciones iniciales deberían moverse a los escenarios prehospituarios.⁵² Las primeras ambulancias para apoyo vital avanzado con personal médico, se introdujeron en Praga y Moscú alrededor de 1960.^{39,53} Les siguieron las ambulancias de Mainz, Alemania y Pittsburgh. El primer sistema de ambulancias encaminado a prevenir el paro cardiaco en pacientes con infarto agudo del miocardio fue la de Belfast, Irlanda.⁵⁴

En los inicios de la década de 1960, los departamentos de urgencias contaban con pocos recursos humanos para otorgar apoyo vital. En Estados Unidos los primeros lineamientos para la organización del sistema médico de emergencias, del sitio en donde sucede la emergencia al transporte para llegar al hospital y a la unidad de terapia intensiva, fueron establecidos y publicados en la década de 1960 en Pittsburgh, por el Comité de Medicina Crítica de la American Society of Anesthesiologists.⁵²

La implementación de sistemas de emergencia médica comunitarios tuvieron éxito, primero en Seattle, cuando Cobb⁵⁵ logró capacitar en reanimación cardiopulmonar y cerebral básica a la mayor parte de la población no relacionada con la medicina, y acortar los tiempos de respuesta del apoyo vital avanzado. En Seattle, el Dr. Eisenberg introdujo los primeros estudios epidemiológicos sobre cursos de reanimación cardiopulmonar básica en la comunidad.⁵⁶

Reanimación cerebral después de paro cardiaco

En la década de 1990 se pueden encontrar cada vez más estudios de investigación relacionados a la reanimación cerebral.⁴ Muchos de los pacientes en quienes se logra restaurar la circulación sanguínea espontánea mueren por daño cerebral grave o quedan con daño cerebral permanente.⁵⁷ El promedio de respuesta de las ambulancias de apoyo vital avanzado es de 10 minutos en países desarrollados, tiempo que no ha podido ser reducido. Si se considera que en normotermia 5 minutos es el tiempo máximo de paro circulatorio (flujo cero) con posibilidades de reversibilidad de daño neuronal, debe aceptarse que en esas condiciones debería ser posible prolongar el tiempo de reversibilidad de daño neurológico a más de 10 minutos. Se han hecho algunos intentos a partir de 1960.⁵⁷

Desde 1870 algunos patólogos, neurocirujanos, neurólogos y neuroanestesiólogos estudiaron el cerebro después de ser sometido a trauma, hemorragia intracraneal o isquemia focal, proponiendo entre otras a la hipotermia como acción de reanimación.⁵⁸ En 1968, Hossmann y Kleihue⁵⁹ demostraron que la mayor parte de las neuronas de gatos y simios pueden tolerar hasta 60 minutos de isquemia cerebral global normotérmica en términos electroencefalográficos y síntesis de proteínas. En 1970, se demostró el mismo efecto de reperusión tardía en modelos con perros.⁶⁰

En la década de 1970 se informó del primer modelo animal reproducible de paro cardiaco prolongado.^{57,61} En tales estudios se ha documentado recuperación neurológica después de 10 a 15 minutos de paro cardiaco e isquemia cerebral global con el uso de estrategias para producir hipertensión arterial, bloqueo de los canales de calcio e hipotermia moderada.⁵⁷ Los tratamientos con solo una de estas estrategias resultaron ser desalentadores y resulta difícil interpretar los estudios con tratamientos múltiples.

Los mecanismos relacionados al daño post-resucitación son complejos y difíciles de interpretar.⁵⁷⁻⁶² De ellos surgen algunas preguntas; ¿cómo es el proceso de muerte de las neuronas y de los miocitos? ¿Cómo prevenir el daño post-resucitación? ¿La susceptibilidad a la isquemia neuronal está condicionada por diferencias en el medio que las rodea o está relacionada a la apoptosis?

A finales de la década de 1980 en Pittsburgh, Miami y en Lund, Suecia se redescubrió a la hipotermia leve (34°C de temperatura corporal), mucho más segura que la hipotermia moderada (32°C de tempera-

tura corporal), como técnica de protección de los efectos del paro circulatorio sobre el cerebro.^{62,63} En la década de 1990 se incrementaron el número de estudios aplicando la hipotermia leve. En animales de experimentación, la aplicación de tratamientos múltiples más hipotermia leve, después de paro cardíaco prolongado ha llevado a extender el tiempo límite de 5 a 10 minutos para lograr recuperación funcional completa en el tejido cerebral. Trasladar a la práctica clínica el progreso alcanzado con este elemento y muchos otros incluidos en los protocolos actualmente aceptados para el manejo del paro cardiopulmonar representa el reto para las siguientes generaciones de investigadores básicos y clínicos.⁴

El principal riesgo de las acciones de reanimación cardiopulmonar y cerebral efectuada en forma ordenada y efectiva estriba en lograr la sobrevivencia del paciente. Pero una vez que se produce el daño cerebral el proceso es irreversible y por consecuencia se produce estado neurovegetativo persistente o muerte cerebral. Desde fines de los 60 el diagnóstico de muerte cerebral se ha vuelto rutinario en la práctica de la medicina y también se ha legislado ampliamente al respecto, y se acepta que muerte cerebral es igual a pérdida de la vida,⁶³ pero el "permitir morir a pacientes con estado neurovegetativo persistente se ha convertido en un problema muy serio por sus implicaciones socioeconómicas y legales.⁶⁴

CAPACITACIÓN EN REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR Y CEREBRAL

Origen internacional

En el periodo de 1950 a 1960, unos cuantos anestesiólogos e intensivistas, y posteriormente algunos cardiólogos estudiaron y enseñaron más tarde, la técnica y métodos de reanimación cardiopulmonar básica fuera del hospital. Niegel y colaboradores en Miami, guiaban el apoyo vital avanzado aplicado por paramédicos a través de radiotransmisores.⁶⁵ En la década de 1960 en Estados Unidos se establecieron los lineamientos generales para el diseño y equipamiento de ambulancias, así como la capacitación de técnicos y paramédicos del sistema médico de emergencia.⁶⁶

Las acciones a gran escala para capacitar médicos, paramédicos y legos en la aplicación de apoyo vital prehospitalario y hospitalario requiere de grandes esfuerzos y conciliación de intereses, así como recursos humanos y económicos.^{33,38} A partir de 1958 A. Laerdal desarrolló maniqués y simulado-

res muy apegados a la realidad para capacitar en los pasos A y B, y en 1960 para el paso C.

En 1964 introdujeron los maniqués con capacidad de registro.⁶⁷ Después de su muerte, su hijo T. Laerdal desarrolló dispositivos sofisticados para capacitación en apoyo vital avanzado, con equipos de desfibrilación semiautomática.⁶⁸

Hasta 1990 los resultados obtenidos con la capacitación en reanimación cardiopulmonar y cerebral básica en la comunidad, no han sido satisfactorios. Por un lado hay quienes piensan que se logran egresar con vida del 50% al 100% de los pacientes con paro cardíaco que se presentan en unidades especializadas de un hospital, y sólo del 25% al 40% de las víctimas de fibrilación ventricular atendidas prehospitalariamente en comunidades con un buen sistema médico de emergencia, logran egresar vivos de los hospitales.^{33,55,56}

Por otro lado, hay quienes piensan que se obtienen menos del 10% de egresos hospitalarios después de un evento de paro cardiopulmonar con incidencia del 10% al 30% de daño cerebral irreversible en los sobrevivientes.⁵⁸

En términos más reales, debemos reconocer que antes de 1950 era impensable permeabilizar la vía aérea, ventilar un paciente y establecer la circulación sanguínea en forma artificial, si no se contaba con equipo especializado. El concepto de reversibilidad del paro cardiopulmonar en escenarios prehospitalarios, era también impensable en esa época.

Desgraciadamente hasta ahora menos del 50% de los intentos de reanimación cardiopulmonar prehospitalarios, logran restablecer circulación espontánea, debido a que los intentos se inician tardíamente, las acciones son desarrolladas de manera inadecuada o se trata de corazones demasiado enfermos.

Para aquellos corazones "demasiado buenos para morir",² el reto es acortar los tiempos de respuesta y optimizar la aplicación del apoyo vital básico y avanzado, así como hacer accesibles los métodos de circulación-reoxigenación (angioplastia primaria, trombólisis, puentes coronarios de urgencia, oxigenadores extracorpóreos) para mantener por tiempo suficiente un corazón que no late y así lograr su recuperación, la reparación del daño o para proceder a su remplazo.⁴

Origen y desarrollo nacional

En la década de 1980, la American Heart Association respaldó el desarrollo de cursos de apoyo vital avanzado en la ciudad de Monterrey, México. Pos-

teriormente y hasta la fecha, en la ciudad de México, D.F., se han impartido cursos en diversos centros hospitalarios, tanto de la iniciativa privada como gubernamental.⁶⁹ Destaca el esfuerzo del Hospital Español, el Hospital ABC, la Clínica Londres, el Centro Hospitalario del Estado Mayor Presidencial, el Instituto Nacional de Cardiología Dr. Ignacio Chávez, el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Dr. Salvador Zubirán, el Hospital Militar y el Instituto Mexicano del Seguro Social.

En México el impacto de la capacitación en apoyo vital básico, avanzado y prolongado no se cono-

ce con precisión por falta de cifras confiables y la ausencia de acciones coordinadas entre los integrantes del Sector Salud. Lo que sí resulta claro, es la necesidad de capacitación de proveedores de reanimación cardiopulmonar y cerebral básica, misma que ha sido insuficiente para dar respuesta a las necesidades de la población. En escenarios prehospitalarios no conocemos cuántas víctimas de paro cardiorrespiratorio podrían haberse rescatado si se hubiese logrado coordinar al sector salud para resolver este problema básico, pero seguramente el número de ellas es elevado.

Cuadro I. Eventos y nombres de los iniciadores de los métodos de reanimación cardiopulmonar y cerebral.⁴

Evento	Periodo 1500 a 1950	Periodo 1950 (era moderna)
Apoyo vital básico		
Paso A control de la vía aérea		
Extensión de la cabeza, abrir boca, levantar mandíbula	Esmarch; Heiberg	Safar
Intubación traqueal	Vesalio; Paracelso	Kuhn; Waters; McIntosh; Magill
Paso B ventilación (PPI)		
Fuelles	Vesalio; Paracelso	Kreiselman
Boca-tubo traqueal	Vesalio	Apgar; Flagg
Boca-máscara o tubo	Anestesiólogos	Elam
Boca-boca (nariz)	Midwives; Tossach	Safar; Gordon; Elam
Boca-válvula-mascarilla		Ruben
Paso C circulación		
Compresión cardiaca directa	Schiff; Igelsrud	Beck; Stephenson
Compresión cardiaca externa	Boehm; Mass; Guthrie; Negovsky	Kouwenhoven-Jude-Knickerbocker
Pasos ABC combinados		
		Safar
Apoyo vital avanzado		
Paso D drogas y líquidos		
Epinefrina	Crile; Wiggers	Redding
Reemplazo de líquidos	Blalock	Negovsky
Paso E electrocardiografía	Einthoven	Zoll
Paso F fibrilación ventricular		
Desfibrilación (tórax abierto)	Prevost; Wiggers	Kouwenhoven; Beck
Desfibrilación (tórax cerrado)	Prevost; Gurvich	Zoll; Kouwenhoven
Pasos ABC+DEF		AHA CPR Committee, 1963
Pasos ABC+DEF+trombólisis EVC		Lineamientos 2000
Apoyo vital prolongado		
Paso G graduar		
Paso H humanizar		
Paso I Terapia Intensiva (UTI)		
UTI Neuroquirúrgica	Dandy; Cushing	
UTI Respiratoria		Ibsen; Nilsson
UTI Médica-Quirúrgica		Safar; Holmdahl
UTI Coronaria		Day
Reanimación cerebral		Safar; Hossmann
Combinación A-I (RCPyC)		Safar
Medicina Crítica		Weil; Safar; Shoemaker

CONCLUSIONES

La reanimación cardiopulmonar y cerebral tiene sus raíces en los descubrimientos hechos en los años cercanos a 1900. La documentación de los pasos A y B se logró en la década de 1950 y del paso C (compresión torácica externa) cerca del año 1960. En 1961 se introdujo conceptualmente el apoyo vital avanzado y prolongado para la restauración de la circulación espontánea en pacientes afectados por paro cardiopulmonar. En la década de 1990 y en los inicios del año 2000 la reanimación cerebral continúa siendo un elemento sujeto a intensa investigación.

La historia de la reanimación cardiovascular y cerebral nos deja varias lecciones:

- a) Debemos esforzarnos en leer y entender la literatura publicada durante el siglo XX.
- b) Sólo la colaboración y comunicación multidisciplinaria es capaz de aclarar la compleja fisiopatología de la enfermedad pos-resucitación.
- c) Sólo el interés en la colaboración entre los integrantes de las instituciones de salud puede llevar los conceptos que surgen en los laboratorios a los hospitales, a las calles y hogares, en donde aún "muchos corazones y cerebros demasiado buenos, mueren".
- d) La ciencia de la reanimación cardiopulmonar y cerebral (reanimatología) puede considerarse como una fuerza social positiva si se cultiva con verdad, conocimiento, compasión y reconocimiento de sus consecuencias éticas.
- e) El inicio y desarrollo de la reanimación cardiopulmonar y cerebral es obra de muchos investigadores. Parte de su evolución se puede observar en el cuadro I.

BIBLIOGRAFÍA

1. Negovsky VA. Introduction: Reanimatology. The science of resuscitation In: Cardiac arrest and resuscitation. Stephenson HE Jr (Ed). St Louis, CV Mosby 1974; 3.
2. Beck CS, Leighninger DS. Death after clean bill of death. JAMA 1960; 174: 133-135.
3. Safar P. History of cardiopulmonary-cerebral resuscitation. En: Cardiopulmonary resuscitation. Kaye W, Bicher N editores. New York: Churchill Livingstone 1989: 1-53.
4. Safar P. On the history of modern resuscitation. Crit Care Med 1996; 24(Suppl): S3-S11.
5. Kreiselman J. A new resuscitation apparatus. Anesthesiology 1943; 4: 603-611.
6. Macewen W. Clinical observations on the introduction of tracheal tubes by the mouth instead of performing tracheostomy or laryngotomy. BMJ 1880; 2: 122.
7. Kuhn F. Die Perorale Intubation. Berlin, S Karger 1911.
8. Beck CS, Pritchard WH, Feil HS. Ventricular fibrillation of long duration abolished by electric shock. JAMA 1947; 135: 985.
9. Frye WB. Ventricular fibrillation and defibrillation: Historical perspectives with emphasis on the contributions of John MacWilliams, Carl Wiggers, and William Kouwenhoven. Circulation 1985; 71: 858.
10. Boehm R. Über Wiederbelebung nach Vergiftungen und asphyxie. Arch Exp Pathol Pharmacol 1878; 8: 68.
11. Maas. Die Methode der Wiederbelebung bei Herztod nach Chloroformeinathmung. Berlin Klin Wochenschr 1892; 12: 265.
12. Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. JAMA 1960; 173: 1064-1067.
13. Prevost JL, Batelli F. On some effects of electrical discharges on the hearts of mammals. Compt Rend Acad Sci (Paris) 1899; 129: 1267.
14. Crile GW, Dolley DH. An experimental research onto the resuscitation of dogs killed by anesthetics and asphyxia. J Exp Med 1906; 8: 713.
15. Ringer S. A further contribution regarding the influence of the different constituents of blood on the contraction of the heart. J Physiol 1883; 4: 29.
16. Landsteiner K. Individual differences in human blood (Nobel lecture). Science 1931; 73: 403-409.
17. Einthoven W, Fahr G, DeWaart A. On the direction and manifest size of the variations of potential in the human heart and on the influence of the position of the heart on the form of the electrocardiogram. Pfluegers Arch Physiol 1913; 150: 275 (Am Heart J 1950; 40: 163).
18. Negovsky VA, Gurtvitch AM, Zolotokrylina ES. Postresuscitation Disease. Amsterdam, Elsevier 1983.
19. Wiggers CJ. Cardiac massage followed by countershock in revival of mammalian ventricles from fibrillation due to coronary occlusion. Am J Physiol 1936; 116: 161.
20. Kouwenhoven WB, Lanworthy OR. Cardiopulmonary resuscitation. An account of forty-five years of research. JAMA 1973; 226: 877-881.
21. Dripps RD, Kirby CK, Johnson J et al. Cardiac resuscitation in. Ann Surg 1948; 127: 592.
22. Elam JO, Brown ES, Elder JD Jr. Artificial respiration by mouth-to-mask method: A study of the respiratory gas exchange of paralyzed patients ventilated by operator's expired air. N Engl J Med 1954; 250: 749-754.
23. Safar P, Escarraga LA, Elam JO. A comparison of the mouth-to-mouth and mouth-to-airway methods of artificial respiration with the chest-pressure arm-lift methods. N Engl J Med 1958; 258: 671-677.
24. Safar P. Failure of manual artificial respiration. J Appl Physiol 1959; 14: 84-88.
25. Gordon AS, Frye CW, Gittelson L et al. Mouth-to-mouth versus manual artificial respiration for children and adults. JAMA 1958 167: 320-328.
26. Jude JR, Kouwenhoven WB, Knickerbocker GG. Cardiac arrest: Report of application of external cardiac massage on 118 patients. JAMA 1961; 178: 1063-1071.
27. Zoll PM, Linenthal AJ, Gibson W et al. Termination of ventricular fibrillation in man by externally applied electric countershock. N Engl J Med 1956; 254: 727-732.
28. Safar P, Escarraga LA, Chang F. Upper airway obstruction in the unconscious patient. J Appl Physiol 1959; 14: 760-764.
29. Safar P, Brown TC, Holtey WJ. Ventilation and circulation with closed-cardiac massage in man. JAMA 1961; 176: 574-576.

30. Ruben H. Combination resuscitator and aspirator. *Anesthesiology* 1958; 19: 408-409.
31. Harris LC, Kirimli B, Safar P. Ventilation-cardiac compression rates and ratios in cardiopulmonary resuscitation. *Anesthesiology* 1967; 28: 806-813.
32. Redding JS, Pearson JW. Evaluation of drugs for cardiac resuscitation. *Anesthesiology* 1963; 24: 203-207.
33. American Heart Association and National Academy of Sciences-National Research Council: Standards for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Care. *JAMA* 1966; 198-373.
34. Gurvich NL, Yunier SG. Restoration of a regular rhythm in the mammalian fibrillating heart. *Am Rev Soviet Med* 1946; 3: 236.
35. Zoll PM. Historical development of cardiac pacemakers. *Prog Cardiovasc Dis* 1972; 14: 421-429.
36. Peleska B. Transthoracic and direct defibrillation. *Rozhl Chir (CSSR)* 1957; 36: 731.
37. Lown B, Neuman J, Amarasingham R et al. Comparison of alternating current electroshock across the closed chest. *Am J Cardiol* 1962; 10: 233.
38. American College of Surgeons Committee on Trauma: Advanced Trauma Life Support Course for Physicians. Chicago, IL, American College of Surgeons 1984.
39. Manning JE, Katz L. Cardiopulmonary and cerebral resuscitation. *Crit Care Clin* 2000; 16 4: 659- 679.
40. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. International Consensus on Science. *Circulation* 2000; 102 (8): 11-1384.
41. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G et al. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 2000; 343 17: 1206-1209.
42. Page RL, Joglar JA, Kowal RC et al. Use of automated external defibrillator by a US airline. *N Engl J Med* 2000; 343 (17): 1210-1216.
43. Ibsen B. The anesthetist's viewpoint on the treatment of respiratory complications in poliomyelitis during the epidemic in Copenhagen, 1952. *Proc R Soc Med* 1954; 47: 72.
44. Nilsson E. On treatment of barbiturate poisoning, a modified clinical aspect. *Acta Med Scand* 1951; 253 (Suppl):1.
45. Safar P, Berman B, Diamond E et al. Cuffed tracheostomy tube vs Tank respirator for prolonged artificial ventilation. *Arch Phys Med Rehabil* 1962; 43: 487-493.
46. Bendixen HH, Egbert LD, Hedley-Whyte J et al. Respiratory care. St Louis, CV Mosby 1965.
47. Severinghaus JW, Bradley AF. Electrode for blood PO₂ and PCO₂ determinations. *J Appl Physiol* 1958; 13: 515.
48. Day HW. History of coronary care units. *Am J Cardiol* 1972; 30: 405-407.
49. Kampschulte S, Safar P. Development of multidisciplinary pediatric intensive care units. *Crit Care Med* 1973; 1: 308-315.
50. Society of Critical Care Medicine: Guidelines for organization of critical care units. *JAMA* 1972; 222: 1532-1535.
51. Society of Critical Care Medicine: Guidelines for training of physicians in critical care medicine. *Crit Care Med* 1973; 1: 39-42.
52. American Society of Anesthesiologists, Committee on Acute Medicine: Community-wide emergency medical services. *JAMA* 1968; 204: 595-602.
53. Negovsky VA. Fifty years of the institute of general reanimatology of the USSR. Academy of Medical Science. *Crit Care Med* 1988; 16: 287-291.
54. Pantridge JF, Geddes JS. A mobile intensive care unit in the management of myocardial infarction. *Lancet* 1967; ii: 271-273.
55. Cobb LA, Werner JA, Trobaugh GB. Sudden cardiac death. I. A decade's experience with out-of-hospital resuscitation; II. Outcome of resuscitation management and future directions. Modern concepts of cardiac Dis (*Am Heart Assoc*) 1980; 49: 31-42.
56. Eisenberg MS, Horwood BT, Cummins RO et al. Cardiac arrest a resuscitation: A tale of 29 cities. *Ann Emerg Med* 1990; 49: 31-42.
57. Safar P. Cerebral resuscitation after cardiac arrest: Research initiatives and future directions. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 324-349.
58. White RJ, Albin M et al. Spinal cord injury. Sequential morphology and hypothermia stabilization. *Surg Forum* 1969; 20: 432.
59. Hossmann KA, Kleihues P. Reversibility of ischemic brain damage. *Arch Neurol* 1973; 29: 375-384.
60. Lind B, Snyder J, Safar P. Total brain ischemia in dogs: Cerebral physiological and metabolic changes after 15 minutes of circulatory arrest. *Resuscitation* 1975; 4: 97-113.
61. Safar P. Brain resuscitation. *Crit Care Med* 1978; 6: 199-292.
62. Safar P, Grenvik A, Abramson NS et al. International resuscitation research symposium on the reversibility of clinical death, May 1987. *Crit Care Med* 1988; 16: 919-1086.
63. Beecher H. A definition of irreversible coma. *JAMA* 1968; 205: 337-334.
64. Grenvik A, Powner DJ, Snyder JV et al. Cessation of therapy in terminal illness and brain death. *Crit Care Med* 1978; 6: 284-291.
65. Nagel EL, Hirschman JC, Nussenfeld SR et al. Tlemetry-medical command in coronary and other mobil emergency care systems. *JAMA* 1970; 214: 332-338.
66. Benson DM, Esposito G, Dorsch J et al. Medical intensive care by "unemployable" blacks trained as emergency medical technicians (EMTs) in 1967-69. *J Trauma* 1972; 12: 408-421.
67. Winchel SW, Safar P. Teaching and testing lay and paramedical personnel in cardiopulmonary resuscitation. *Anesth Anal* 1966; 45: 441- 449.
68. Cummins RO, Eisenberg MS, Graves JR et al. Automatic external defibrillators used by emergency medical technicians: A controlled clinical trial. *Crit Care Med* 1985; 13: 945-946.
69. Heredia NM, Ramos RA, Chagoya JC. Reanimación cardiopulmonar básica. México: Editorial Intersistemas; 1996.

Correspondencia:
 Dr. Jorge Huerta-Torrijos
 Durango 50, 3er Piso, Colonia Roma
 México 06700, D.F.
 Tel: 52298472
 E-mail: jhuertat@mail.internet.com.mx