OPINIONES, DEBATES Y CONTROVERSIAS

La reanimación cerebro cardiopulmonar: estado del arte

Brain cardiopulmonary reanimation: state of the art

Laura Catalina Leal-Forero[1] • Luz Catherine Martínez-Malo[1] • José Ricardo Navarro-Vargas MD[2]

Recibido: 25/07/2013 / **Aceptado:** 27/2/2014

[1] Estudiante de la Facultad de Medicina, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. Colombia.

[2] Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.

Correspondencia: Laura Catalina Leal-Forero. Dirección: Facultad de Medicina, Universidad Militar Nueva Granada, Transversal 3 No. 49-00, 4 piso, Bogotá, Colombia. Fax: (571) 6405729. Correo electrónico: lacalefo1112@hotmail.com.

| Resumen |

Las maniobras de reanimación cerebro- cardiopulmonares son efectivas a largo plazo cuando se preserva la función del cerebro. La comunidad ha progresado en el conocimiento de la cadena de sobrevida o supervivencia, sin embargo, hace falta mayor conocimiento de la preservación de la función cerebral y la protección sistémica para que el síndrome isquemia-reperfusión (que se presenta después del paro o cuando el corazón ha recuperado su circulación de manera espontánea), no limite los esfuerzos de una reanimación aparentemente exitosa.

Palabras clave: Paro Cardíaco, Resucitación Cardiopulmonar, Apoyo Vital Cardíaco Avanzado (DeCS).

Leal-Forero LC, Martínez-Malo LC, Navarro-Vargas JR. La reanimación cerebro cardiopulmonar: estado del arte. Rev Fac Med. 2014;62:149-155.

Summary

Brain cardiopulmonary resuscitation maneuvers are effective in long term only when there is a brain function preserved. The community has made progress in the knowledge of the survival chain, yet need greater awareness about of preserving brain function and systemic protection due to ischemia-reperfusion syndrome, which occurs after of the Cardiac Arrest or when the heart circulation has recovered spontaneously, without to limit efforts of an apparently successful resuscitation.

Key words: Heart Arrest, Cardiopulmonary Resuscitation, Basic Cardiac Life Support, Avanced Cardiac Life Support (MeSH).

Leal-Forero LC, Martínez-Malo LC, Navarro-Vargas JR. Brain cardiopulmonary reanimation: state of the art. Rev Fac Med. 2014;62: 149-155.

Introducción

Las intervenciones como el Soporte Vital Básico (SVB) y el Soporte Vital Avanzado (SVA) son necesarias para el manejo de pacientes con paro cardiorrespiratorio y los profesionales de la salud deben aplicar algoritmos diseñados por guías internacionales de SVB o avanzado, tales como las de la American Heart Association (AHA), con el objetivo de restablecer la circulación espontánea en estos pacientes, y lograr mejorar las tasas de sobrevida a largo plazo. A pesar de la existencia y funcionalidad de estas guías, la toma de decisiones en cada momento de la reanimación es difícil, por cuanto la etiología del paro puede resultar en la vía común de múltiples patologías.

Por otro lado, se sabe que la decisión de suspender los esfuerzos de resucitación es particularmente difícil en la población médica, ya que se convierte en un fiel de la balanza entre el "respeto a la dignidad humana y el juicio clínico por prolongar la vida", aunado a factores de mal pronóstico que suelen ser frecuentes. La ciencia de la reanimación, desde los estudios de Safar (1,2) y Negovsky (3,4), han enfocado los esfuerzos en proteger al cerebro mediante la hipotermia, por cuanto el síndrome isquemia–reperfusión es el causante de los malos resultados en la reanimación (5). Con este artículo se pretende realizar una reflexión sobre las particularidades de la reanimación y la Lex artis de su manejo actual.

Soporte Vital Cardiovascular Básico

El paro cardiaco es el evento que corresponde a la suspensión súbita e inesperada de la actividad mecánica efectiva del corazón. Las maniobras de reanimación básica son aquellas acciones dirigidas a la restauración de la circulación eficaz utilizando compresiones torácicas externas, ventilaciones y desfibrilación temprana. Las Guías de la AHA están dirigidas a profesionales de la salud y a reanimadores legos (no profesionales de la salud), en ellas se resalta la importancia de realizar las maniobras de reanimación con las manos y con la boca de manera eficiente:

- Evitar una excesiva ventilación.
- Proporcionar una frecuencia de compresiones de al menos 100 por minuto.
- Proveer una profundidad de las compresiones de al menos 5 cm en adultos y de un tercio del diámetro anteroposterior del tórax en niños y lactantes.
- Permitir reexpandir el tórax completamente después de cada compresión.
- Evitar interrupciones de las compresiones (6).

Se precisa que se hagan 5 ciclos de 30 compresiones por 2 ventilaciones durante 2 minutos, en los casos de un solo reanimador en adultos, niños y lactantes; cada 2 minutos se debe cambiar de reanimador (6). Se recomienda que las ventilaciones tengan una duración de alrededor de un segundo y, en el momento de usar un dispositivo avanzado para la vía aérea, las compresiones deben ser continuas, sin necesidad de alternarlas con las ventilaciones; de igual modo, las ventilaciones se deben dar a razón de una cada 6 segundos (10/minuto) (6).

Uno de los cambios más impactantes fue el concerniente a la secuencia del SVB, dando prelación a las compresiones sobre las ventilaciones. Los pasos del soporte básico en adultos, niños y lactantes, actualmente tienen la secuencia C-A-B (Compresiones torácicas, Vía aérea, Respiración). Este cambio fue realizado principalmente debido a que con la secuencia anterior, "ABC", se demoraba el inicio de la reanimación (6).

La cadena de supervivencia consiste en una serie de eslabones fáciles de entender que orientan los pasos a seguir para una adecuada reanimación y tratan de hacer entender la importancia de los diferentes actores del sistema de emergencias médicas. Este consta de 5 eslabones (Figura 1):

- Reconocer el paro cardíaco y activar el sistema de respuesta de emergencias (en el ámbito extrahospitalario, el número de emergencias en Colombia es el 123).
- Iniciar la reanimación cardiopulmonar (RCP) de alta calidad.
- Si el caso lo amerita, administrar una desfibrilación de manera precoz.
- Iniciar SVA o también conocido como el ABCD secundario.
- Proporcionar los Cuidados integrados postparo cardiaco.

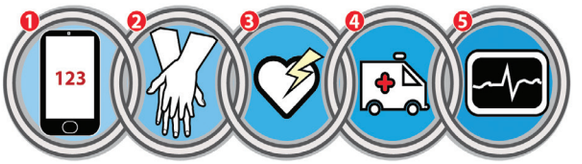

Figura 1. Cadena de supervivencia.
Fuente: adaptada de (6).

Reanimación cardiopulmonar por reanimador lego

Existe un algoritmo universal simplificado para adultos. Una vez asegurada la escena, se deben identificar los signos de inconsciencia (la víctima no responde y no respira, o su respiración no es normal, jadea o boquea) y se debe proceder a activar inmediatamente el sistema de respuesta (alertando al número telefónico 123). Luego, se debe iniciar la RCP de alta calidad, a razón de 100/minuto (6).

Si el testigo presencial no tiene entrenamiento, debe aplicar RCP colocando sus manos en el centro del tórax o siguiendo las indicaciones del operador telefónico de emergencias. Se debe continuar la reanimación hasta que llegue ayuda con un desfibrilador externo automático (DEA) o hasta que otro personal de emergencia se haga cargo de la reanimación (6). El DEA es un dispositivo muy seguro y fácil de usar, implementado desde 1979 en Norteamérica para ser usado por la comunidad; reconoce el ritmo cardíaco y permite realizar una descarga eléctrica en julios, a través de electrodos de superficie (7).

Reanimación cardiopulmonar en pediatría

El paro cardiorrespiratorio pediátrico es una entidad única y producida por múltiples condiciones fisiopatológicas y etiológicas, diferentes al de la población adulta. Por lo general, el origen es de tipo respiratorio. La primera descripción fue propuesta por las guías pediátricas de Utstein en 1995, al establecer definiciones y plantillas para la presentación de informes de los hechos relacionados con el paro cardíaco (8).

El paro en la población pediátrica es principalmente de origen respiratorio y, en el momento del evento, el paciente pediátrico se enfrenta a un aumento en los requerimientos metabólicos y de flujo cerebral en mayor medida que la población adulta (9). Por ello, es necesario brindar un manejo precoz a esta población de pacientes, cuyo pronóstico es peor en la medida en que la reanimación se retrase (10).

Epidemiología

En los Estados Unidos, alrededor de 16.000 pacientes pediátricos sufren un paro cardiorrespiratorio cada año; especialmente los niños menores de 1 año y de sexo masculino (62%) (11). Una revisión colectiva de casos pediátricos reportó una tasa de sobrevida de 13%, identificando una estadística de supervivencia mayor en los pacientes atendidos a nivel hospitalario que en aquellos que tuvieron su atención primaria fuera de instalaciones hospitalarias (24% Vs 8.4% respectivamente) (12,13)

Para los niños menores de 1 año, las enfermedades congénitas "ductus dependiente", son la principal causa de paro cardíaco, a diferencia de la población mayor de 1 año y adolescencia temprana, cuyas causas más frecuentes son las patologías cardíacas adquiridas tales como la miocarditis, cardiomiopatías y la disección aórtica en pacientes con Síndrome de Marfán (14).

Para una mejor sobrevida y calidad de vida, el SVB debe hacer parte de un esfuerzo comunitario que inicie con la prevención de los eventos (quizá el eslabón más importante de la cadena de supervivencia), la RCP temprana, el rápido acceso al sistema de respuesta pertinente, la realización de SVA pediátrico y el manejo integral del paciente en la condición postparo. Son cinco eslabones que hacen parte de la cadena de supervivencia propuesta por la AHA (Figura 2), de los cuales los tres primeros hacen parte del SVB (15-17).

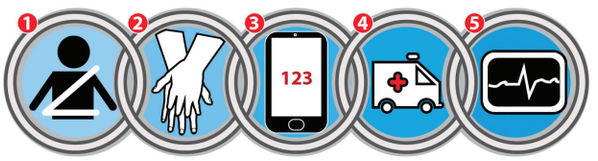

Figura 2. Cadena básica de supervivencia en el niño.
Fuente: adaptada de (15).

En la medida en que aumenta el desarrollo tecnológico e industrial en las ciudades, las causas de paro cardíaco en la población infantil mayor de un año, tienden a ser de origen traumático, especialmente las producidas por accidentes de tránsito y caídas. Una intervención específica y sencilla, como el uso del cinturón de seguridad, ha demostrado un efecto positivo en la disminución de las tasas de mortalidad (10).

Al igual que en la población adulta, en pediatría se realizó una modificación en el esquema de reanimación, pasando de ABC (A: Vía aérea, B: Buena ventilación y C: Circulación) a CAB, dándole mayor relevancia al inicio de las compresiones torácicas (15-17).

Cuidados postparo

Para mejorar la supervivencia de las víctimas de paro cardíaco que ingresan a un hospital tras el restablecimiento de la circulación espontánea, se debe implementar un sistema multidisciplinario, integrado, estructurado y completo de cuidados postparo cardíaco (soporte neurológico y cardiopulmonar) (18). La intervención coronaria percutánea y la hipotermia terapéutica son procedimientos estandarizados en las unidades de manejo de pacientes postparo cardíaco en los países desarrollados (19-21). Los objetivos iniciales de los cuidados postparo son:

- Optimizar la función cardiopulmonar y la perfusión a órganos vitales
- Después de un paro cardíaco extrahospitalario, transportar al paciente a un sitio hospitalario adecuado que cuente con un sistema apropiado para el manejo de la reanimación, que incluye intervención coronaria aguda, cuidado neurológico, cuidado crítico intensivo e hipotermia terapéutica.
- En caso de paro cardíaco intrahospitalario, trasladar al paciente a una unidad de cuidado intensivo capaz de proveer un cuidado adecuado.
- Identificar y tratar las causas del evento y prevenir la presentación de uno nuevo.

Hipotermia inducida

Para la protección cerebral y de otros órganos, la hipotermia leve y controlada es la herramienta terapéutica más importante, pues disminuye el consumo metabólico de oxígeno y la utilización de energía y glucosa (fase inicial de la lesión por hipoxia); también disminuye la liberación de aminoácidos excitatorios y de otros mediadores citotóxicos, entre los cuales se encuentra la calpaina (fase que ocurre en las horas posteriores a la reanimación). En la fase tardía de la reperfusión, logra disminuir el edema cerebral y el deterioro de la barrera hematoencefálica (22,23).

Existen diversos cuestionamientos acerca de las indicaciones específicas, población blanco, tiempo, duración, métodos de inducción, mantenimiento y recuperación de la hipotermia subsecuente. El primer estudio más relevante sobre hipotermia se publicó en 2002 (24). Fue realizado en nueve centros hospitalarios de cinco países europeos, se denominó Hypothermia After Cardiac Arrest (HACA). Se incluyeron 275 pacientes; a 136 de ellos de manera aleatorizada se les llevó a hipotermia controlada entre 32ºC y 34ºC y se encontró una reducción de riesgo absoluto para pobre estado neurológico de 16% y una reducción del riesgo de 1,40 (IC95%:1,08-1,81).

Las guías de reanimación 2010 recomiendan en los pacientes adultos comatosos (que no responde a órdenes verbales), que se hayan recuperado de un paro cardíaco tipo fibrilación ventricular, ser sometidos a hipotermia controlada (32ºC-34ºC) por 12 a 24 horas (Clase I, nivel de evidencia B). De la misma manera, se debe considerar la hipotermia controlada en aquellos pacientes adultos que presentan paro cardíaco extra-hospitalario y cuyo ritmo inicial fue una actividad eléctrica sin pulso (AESP) o una asistolia (Clase IIb, nivel de evidencia B). El recalentamiento activo se debe evitar en aquellos pacientes comatosos quienes presentan de manera espontánea una hipotermia leve (>32ºC) después de la reanimación (Clase III, nivel de evidencia C) (25).

El paro cardíaco, un problema de salud pública

En países desarrollados se estima que entre 3 y 6, de cada 1000 pacientes hospitalizados, sufren un paro cardíaco y menos del 20% de estos pacientes sobrevive a la salida del hospital (26). A nivel extra-hospitalario, en Norteamérica, el paro cardíaco se presenta con una incidencia de 50-55/100.000 habitantes/año (27). La sobrevida en general es muy baja, cercana al 8% y la etiología entre un 70 a 85% es coronaria (28). Al revisar estas cifras, no hay la menor duda de que el paro cardíaco es un problema de salud pública, que requiere una atención integral de los factores de riesgo (29). Así, es una misión permanente de la comunidad, la escuela, la familia, la universidad, la empresa privada, el gobierno, brindar el manejo básico que se requiere, denominado, apoyo o soporte vital básico (30). En Colombia, la responsabilidad compete a la comunidad, profesionales y legos en salud, y la literatura da fe de diversos artículos que se han escrito en este sentido (31-35).

¿Cuándo suspender la reanimación cardiopulmonar?

Desde la implementación del curso de soporte vital avanzado en pediatría (Pediatric Advanced Life Suppot-PALS) en 1988, se ha visto una disminución de los casos de paro cardiaco pediátrico, por cuanto el mayor énfasis ha sido sobre la prevención del paro cardíaco con un reconocimiento temprano y el manejo de la falla respiratoria y shock más que en el manejo del paro en sí mismo. En los últimos 25 años la supervivencia a la salida del hospital, en los niños que presentan un paro de origen cardíaco, ha mejorado en un 27%, la mayoría con resultados neurológicos favorables (36).

Varios factores determinan la probabilidad de sobrevivir después de un paro cardíaco, incluyendo los mecanismos del paro (traumático, por asfixia, progresión del shock circulatorio), la ubicación (intrahospitalario o extrahospitalario), la respuesta (presenciado o no, con o sin un conocedor de la reanimación), la fisiopatología (cardiomiopatía, defecto congénito, toxicidad por fármacos, trastorno mental metabólico, etc.), la reversibilidad potencial de la enfermedad, y el manejo con hipotermia profiláctica y controlada entre 32ºC-34ºC. Estos factores siempre deben ser considerados antes de decidir terminar los esfuerzos de la reanimación (36).

La decisión de continuar las maniobras se ha considerado inefectiva más allá de los 15 minutos de asistolia, o cuando se han necesitado más de 2 dosis de epinefrina; sin embargo, debido a una mejor calidad en la reanimación y al cuidado postreanimación, en la última década han mejorado los resultados de los esfuerzos en reanimación intrahospitalaria después de los 15 minutos o de las 2 dosis de epinefrina. Cada vez más, los médicos utilizan la oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) en las reanimaciones prolongadas y la hipotermia terapéutica (37-40).

La reanimación con ECMO es el uso de oxigenación por membrana extracorpórea venoarterial para restablecer la circulación y proveer una reperfusión controlada después de un paro cardíaco. Se han reportado resultados extraordinarios en paros cardíacos pediátricos secundarios a disfunción miocárdica o a arritmias posoperatorias agudas reversibles. Aunque hay más pacientes actualmente recibiendo reanimación con ECMO, la recomendación es aplicar criterios de selección en aquellas etiologías de enfermedades reversibles; incluso se han encontrado resultados favorables en pacientes con cuadro de shock séptico preparo en quienes se utilizó ECMO como opción de rescate (41).

De nuevo, uno de los retos al que se enfrentan los médicos es la decisión sobre: ¿cuándo parar los esfuerzos o las maniobras de reanimación? Con frecuencia se da una posición negativa de continuar los esfuerzos cuando no hay retorno de la circulación espontánea poco después del inicio de la reanimación, debido al pobre pronóstico en estos pacientes (42). Hay estudios que recomiendan suspender los esfuerzos de la reanimación

cuando el ritmo es asistolia durante 10 minutos, sin una causa reversible identificable (43).

Otros consideran que en pacientes cuyos ritmos cardiacos son la AESP y la asistolia por más de 10 minutos, la probabilidad de sobrevivir es prácticamente nula (44). En el estudio de Goldberger y cols., paradójicamente los pacientes que tenían taquicardia ventricular o FV no tuvieron tan buenos resultados con la reanimación prolongada (mayor de 10 minutos) y la explicación aducida por los autores es que el pronóstico de estos tipos de paro cardíaco está sujeto a la pronta desfibrilación (42). Los autores revisaron varios patrones de duración de los intentos de reanimación y la sobrevida ajustada al riesgo en hospitales de Estados Unidos. Se enfocaron en los pacientes que no sobrevivieron para estimar la tendencia generalizada de cada hospital de practicar largos intentos antes de terminar los esfuerzos y se encontró que la duración de la reanimación en estos pacientes variaba sustancialmente entre los distintos hospitales; también se observó que los pacientes en hospitales en donde la duración de los intentos de reanimación era más larga, tenían una sobrevida mayor y mejor pronóstico a la salida del hospital, que aquellos pacientes reanimados en hospitales con intentos de reanimación más cortos (42).

A pesar de los avances en reanimación, la sobrevida en general después del paro cardiaco continúa siendo pobre. No se puede definir una duración óptima; los hallazgos sugieren que los esfuerzos de incrementar sistemáticamente la duración de la reanimación puede mejorar la sobrevida en la población de alto riesgo, pero sigue siendo el juicio clínico el que define la situación, por cuanto se debe establecer una balanza entre los beneficios de aumentar el tiempo de la reanimación frente a la potencial desventaja de un cuidado inútil. De todas maneras, la prolongación del tiempo en los esfuerzos de la reanimación se refiere a 10-15 minutos más, que una vez comenzada la reanimación en términos de consumo de recursos no marca mucha diferencia (42).

Un estudio publicado en la revista Lancet en 2013, ha tenido alguna controversia en la literatura médica, por cuanto los autores concluyen que los intentos de reanimación prolongados, mayores de 15 minutos, se asocian a tasas aumentadas de retorno a circulación espontánea y de sobrevida a la salida del hospital; sin embargo, llama la atención que de los 64.339 pacientes que presentaron paro cardíaco en 435 hospitales norteamericanos, 29.196 (45,3%) pacientes no se consideraron en el análisis por múltiples razones, lo cual afecta la validez externa e interna del estudio (45); los autores enfatizan que la variable de interés fue la duración de la reanimación y que estos resultados no se pueden aplicar a todos los hospitales (46).

El cerebro órgano clave de la reanimación

Por más de seis décadas se ha reconocido que después de un paro cardíaco, la oxigenación cerebral cae rápidamente. El cerebro es un órgano metabólicamente activo y la muerte celular comienza pocos minutos después de la anoxia. La principal causa de muerte después de la reanimación de un paro cardíaco recae en la muerte neurológica (47).

Las guías de reanimación recientes han enfatizado en la importancia de las compresiones torácicas para mantener la presión de perfusión coronaria. El uso de dispositivos de vía aérea supraglóticos ha contribuido a este propósito, pues se consigue minimizar las interrupciones en la reanimación. Sin embargo, se ha demostrado en estudios en animales que existen diferentes dispositivos con manguitos inflables que pueden causar alteración en el flujo de la arteria carótida.

Además, el uso de epinefrina durante la reanimación cardiopulmonar puede reducir el flujo sanguíneo carotideo (36). Esto lleva a una gran preocupación, en donde los cambios recientes en el manejo del paro cardíaco, incrementan el número de sobrevivientes pero estos van a tener una condición neurológica comprometida, luego, ¿no sería mejor minimizar los daños neurológicos durante la reanimación? (36).

El concepto de la reanimación cerebro-cardiopulmonar está enfocado hacia restaurar la perfusión cerebral, en vez de intentar maximizar la perfusión coronaria. Cada vez más se reconoce el compromiso de la enfermedad carotídea en pacientes con enfermedad coronaria que puede llegar a ser hasta del 40%; en ellos hay mayor incidencia de eventos miocárdicos incluso después de la revascularización. De ahí que, en los pacientes que presentan paro cardíaco, haya un mayor riesgo de alteración del flujo sanguíneo carotídeo, incluso a pesar de que cuenten con un gasto cardíaco adecuado. Si a esto se suma la alteración del flujo carotídeo que pueden producir los dispositivos de vía aérea y los efectos de la epinefrina, la consecuencia es que se empobrece el pronóstico cerebral. Por lo tanto, este es otro campo en el que debe avanzar el estudio de la reanimación para aquellos "cerebros que todavía están buenos para morir" (36,48-50).

Finalmente, en la actualidad no hay ningún signo clínico o estudio de biomarcadores o de imágenes que permita predecir la muerte o el pobre pronóstico cerebral; la decisión recae, entonces, en el juicio clínico después de evaluar la duración de la reanimación, si el evento fue o no presenciado, el número de dosis de epinefrina, la etiología del paro cardíaco, el ritmo inicial y su respuesta a la reanimación, así como la edad (51,52).

Conclusión

El objetivo de la reanimación no se debe centrar solo en el retorno a la circulación cardíaca espontánea: también hay que tener en cuenta otro factor trascendental como la evolución neurológica a largo plazo. El resultado de la reanimación en el paro cardíaco pediátrico parece haber mejorado. La evolución de la práctica clínica para integrar la fisiopatología, el tiempo, intensidad, duración y variabilidad del daño hipoxico-isquémico y de la reperfusión, deben llevar a la meta de proteger el cerebro mediante terapias como la hipotermia controlada, la ECMO, la angioplastia coronaria y la revascularización cardiaca.

Conflicto de interés

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Agradecimientos

A Jorge Humberto Reyes Pimiento, estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Javeriana, Bogotá, por las ilustraciones que realizó para este artículo.

Referencias

1. **Safar P, Bleyaert A, Nemoto EM, Moossy J, Snyder JV.** Resuscitation after global brain ischemia-anoxia. Crit Care Med. 1978;6:215-27.
2. **Kochanek PM, Diabek T, Tisherman SA.** Therapeutic hypothermia: The Safar vision. J Neurotrauma. 2009;26:417-20.
3. **Safar P.** Vladimir A. Negovsky the father of "Reanimatology". Resuscitation. 2001;49:223-29.
4. **Negovsky VA.** Some physiopathologic regularities in the process of dying and resuscitation. Circulation. 1961;23:452-57.
5. **White BC, Sullivan JM, DeGracia DJ, O´Neil BJ, Neumar RW, et al.** Brain ischemia and reperfusion: molecular mechanism of neuronal injury. J Neurol Sci. 2000;179:1-33.
6. **Hazinsky MF.** Aspectos destacados de las guías de la American Heart Association de 2010 para RCP y ACE. American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care; 2010.
7. **Navarro-Vargas JR.** Conocimiento del desfibrilador automático externo (DEA) por parte de candidatos a instructores en reanimación básica. Rev. Fac. Med. 2012;60:311-6.
8. **Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L.** Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein style. Circulation. 1991;20:861-74.
9. **Tress E, Kochanek P, Manole M.** Cardiac arrest in children. J Emerg Trauma Shock. 2010;3:267-72.
10. **Topjian AA, Berg RA, Nadkarni VM.** Pediatric cardiopulmonary resuscitation: advances in science, techniques, and outcomes. Pediatrics. 2008;122:1086-98.
11. **Young KD, Seidel JS.** Pediatric cardiopulmonary resuscitation: A collective review. Ann Emerg Med. 1999;33:195-205.
12. **Writer H.** Cardiorespiratory arrest in children (out of hospital). Clin Evid (online). 2007; 2007: 0307.
13. **Frazier A, Hunt E, Holmes K.** Pediatric cardiac emergencies: Children are not small adults. J Emerg Trauma Shock. 2011;4:89-96.
14. **Berg M, Schexnayder S, Chameides L, Terry M.** Pediatric Basic Life Support: American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2010;122:S862-75.
15. 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science. Part 13: Pediatric Basic Life Support. [citado 2013 julio 12]. Disponible en http://circ.ahajournals.org/content/122/18_suppl_3/S862.full
16. International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 10: Paediatric basic and advanced life support 2010. [citado 2013 julio 12]. Disponible en: http://www.uni-kiel.de/anaesthesie/docs/ERC_Guidelines_2010_recommendations.pdf. Pediatric basic life support. Resuscitation Guidelines 2010, Resuscitation Council (UK). [citado 2013 julio 12]. Disponible en www.resuscitation.org.uk.
17. **Peberdy MA, Callaway CW, Neumar RW, Geocadin RG, Zimmerman JL, Donnino M, et al.** American Heart Association. Part 9: post-cardiac arrest care: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2010;122(Suppl 3):S768-86.
18. **Martín-Hernández H, López-Messa JB, Pérez-Vela JL, Molina-Latorre R, Cárdenas-Cruz A, Lesmes-Serrano** JÁ, et al. Manejo del sindrome posparada cardiaca. Medicina Intensiva. 201;34:107-26.
19. **Hickey RW, Nadkarmi V.** Future directions in cardiocerebral resuscitation. Pediatr Clin N Am. 2008;55:1051-64.
20. **Huerta-Torrijos J, Barriga-Pardo RD, García-Martínez SA.** Reanimación cardiopulmonar y cerebral. Historia y desarrollo. Medicina Crítica y Terapia Intensiva. 2001;15:51-60.
21. **Howes D, Green R, Gray S, Stenstrom R, Easton D.** Evidence for the use of hypothermia after cardiac arrest. Canadian Journal of Emergency Medicine. 2006;8:109-15.
22. **Beccaria PF, Turi S, Cristofolini M, Colombo S, Leggieri C, Vinciguerra F, et al.** Post cardiac arrest therapeutic hypothermia in adult patients, state of art and practical considerations. HSR

Proceedings in Intensive Care and Cardiovascular Anesthesia. 2010;2:93-103.

23. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group. N Engl J Med. 2002; 346:549-56. Erratum in: N Engl J Med 2002; 346:1756.

24. 2010 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular care. Part 9: Post – Cardiac Arrest Care. Circulation. 2010;122(Suppl 3):S772.

25. Chan PS, Jain R, Nalimothu BK, Berg RA, Sasson C. Rapid response teams: a systematic review and meta-analysis. Arch Intern Med. 2010;170:18-26.

26. Travers AH, Rea TD, Bobrow BJ, Edelson DP, Berg RA, Sayre MR, et al. 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Part 4: CPR Overview. Circulation. 2010;122(Suppl 3):S676-84.

27. Out-of-Hospital Cardiac Arrest surveillance - Cardiac arrest registry to enhance survival (CARES) United States, October 1, 2005 – December 31, 2010. U.S. Department of Health and Human Services, CDC. Morbidity and mortality weekly report. Surveillance Summaries. 2011; 60 (8).

28. Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM, Carnethon M, Dai S, De Simone G, Ferguson TB, Ford E, et al. American Heart Association Statistics Committee and stroke statistics subcommittee. Heart disease and stroke statistics-2010 Update: a report from the American Heart Association. Circulation. 2010;121:e46-215.

29. Navarro-Vargas JR. Sobre la reanimación: una misión permanente. Editorial. Revista Colombiana de Anestesiología. 2008;36:9-10.

30. Ballén MA, Jagua A, Álvarez DL, Rincón A. El cigarillo: implicaciones para la salud. Rev. Fac. Med. 2006;54:191-205.

31. Lastra Lastra G, Lastra González G. Obesidad: epidemia del nuevo milenio. Rev. Fac. Med. 2005;53:186-95.

32. Ángel LA. Dieta y prevención secundaria de la enfermedad cardiovascular. Rev. Fac. Med. 2011;59:5-18.

33. Navarro-Vargas JR. Registro de paro cardíaco en el adulto. Rev. Fac. Med. 2005;53:196-203.

34. Navarro-Vargas JR. Eventos críticos en anestesia. Revista Colombiana de Anestesiología. 2011;39:573-86.

35. Thomas M, Hadfield RJ. CPR cardiopulmonary resuscitation or cerebral perfusion restoration. Resuscitation. 2012;83:925.

36. Fagnoul D, Taccone FS, Belhaj A, Rondelet B, Argacha JF, Vincent JL, et al. Extracorporeal life support associated with hypothermia and normoxemia in refractory cardiac arrest. Resuscitation. 2013. Article in Press.

37. Wang CH, Chen YS, Ma MH. Extracorporeal life support. Curr Opin Crit Care. 2013;19:202-7.

38. Huang SC, Wu ET, Wang CC, Chen YS, Chang CI, Chiu IS, et al. Eleven years of experience with extracoporeal cardiopulmonary resuscitation for paediatric patients with in-hospital cardiac arrest. Resuscitation. 2012;83:710-4.

39. Nagao K, Kikushima K, Watanabe K, Tachibana E, Tominaga Y, Tada K, et al. Early induction of hypothermia during cardiac arrest improves neurological outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest who undergo emergency cardiopulmonary bypass and percutaneous coronary intervention. Circ J. 2010;74:77-85.

40. MacLaren G, Butt W. Extracorporeal membrane oxygenation in sepsis. Crit Care Resusc. 2007;9:76-80.

41. Goldberger Z., Chan PS, Berg RA, Kronick SL, Cooke CR, Lu M, Banerjee M, et al. Duration of resuscitation efforts and survival after in- hospital cardiac arrest: an observational study. Lancet. 2012;380:1473-81.

42. Eisenberg MS, Mengert TJ. Cardiac resuscitation. N Eng J Med. 2001;344:1304-13.

43. Van Walraven C, Forster AJ, Stiell IG. Derivation of a clinical decision rule for the discontinuation of in-hospital cardiac arrest resuscitation. Arch Intern Med. 1999;159:129-34.

44. Eslava-Schmalbach J, Navarro-Vargas JR. Duration of resuscitation efforts and survival after in-hospital cardiac arrest. Correspondence. Lancet. 2013;381:446-7.

45. Goldberger ZD, Chan PS, Cooke CR, Hayward RA, Krumholz HM, Nallamothu BK. Duration of resuscitation efforts and survival after in-hospital cardiac arrest. Correspondence. Author reply. Lancet. 2013;381:447.

46. Berek K, Lechleitner P, Luef G, Felber S, Schinnerl A, Traweger C, Dienstl F, Aichner F. Early determination of neurological outcome after prehospital cardiopulmonary resuscitation. Stroke. 1995;26:543-9.

47. Kouchoukos NT, Daily BB, Wareing TH, Murphy SF. Hypothermic circulatory arrest for cerebral protection during combined carotid and cardiac surgery in patients with bilateral carotid artery disease. Ann Surg. 1994;219:699-706.

48. Safar TK, Friedman S, Mehta M, Rahmani O, Scher L, Pogo G, Hall M. Management of coexisting coronary artery and asymptomatic carotid artery disease: report of a series of patients treated with coronary bypass alone. Eur J Vasc Endovasc Surg. 1999;17:249-52.

49. Segal N, Yannopoulos D, Mahoney BD, Frascone RJ, Matsuura T, Cowles CG, et al. Impairment of carotid artery blood flow by supraglottic airway use in a swine model of cardiac arrest. Resuscitation. 2012;83:1025-30.

50. Morrison LJ, Kierzek G, Diekema DS, Sayre MR, Silvers SM, Idris AH, et al. 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergence cardiovascular care. Part 3: Ethics. Circulation. 2010;122(Suppl 3):S665-75.

51. Nadkarmi VM, Larkin GL, Peberdy MA, Carey SM, Berg MD, Berg RA. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. JAMA. 2006;295:50-7.