

## PUESTA AL DÍA

HOSPITAL CLINICO. FACULTAD DE MEDICINA. BARCELONA  
DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA (Prof. M. Cruz)

### REANIMACION CARDIOPULMONAR

X PASTOR y A PALOMEQUE

#### *Características de la Reanimación Cardiopulmonar en Pediatría*

La Reanimación Cardiopulmonar (RCP) es un tema que clásicamente se había reservado a la formación del pediatra durante los años de su residencia. Salvo contadas ocasiones, la educación en dicho sentido formaba parte de la docencia práctica del residente durante su paso por las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales o Pediátricas. Posiblemente, este hecho se deba a una de las características que diferencian totalmente la RCP pediátrica de la RCP en el adulto: en el niño, la gran mayoría de paros cardíacos son secundarios a algún proceso de base, mientras que en el adulto son consecuencia de una lesión cardíaca primaria. Debe reconocerse que la parada cardíaca primaria en

Pediatría es rara, pues queda reducida al síndrome de la muerte súbita del lactante, ciertas malformaciones cardíacas (origen anómalo de las coronarias), miocardiopatías (hipertrófica idiopática) o vasculitis secundarias a otras enfermedades (Enfermedad de Kawasaki).

Sin embargo, la necesidad de conocer las maniobras básicas de la RCP por parte de todo médico y del pediatra en particular, sigue siendo incuestionable por una serie de razones que se exponen a continuación.

La primera y principal estriba en el reconocimiento de que la única alternativa a la RCP es la muerte. En segundo lugar y relacionado con lo anterior, el hecho de que la atención de una parada cardiorrespiratoria pediátrica sea una situación poco probable fuera del contexto de las uni-

**Tabla I. Situaciones de riesgo elevado de parada cardiorrespiratoria en Pediatría**

1. ESTADO HEMODINAMICO INESTABLE
  - Hemorragia activa
  - Insuficiencia cardíaca refractaria
  - Estados de shock
  - Disritmias recurrentes
  - Postoperatorio de cirugía cardíaca
2. BRONCONEUMOPATIAS
  - Obstrucción de vías aéreas
  - Estado asmático
  - Bronquiolitis
  - Bronconeumonía
  - Inhalación de humo
  - Neumotórax a tensión
3. PACIENTES CON VIA AEREA ARTIFICIAL
  - Traqueotomía
  - Intubación traqueal
4. ENCEFALOPATIA AGUDA
  - Estado convulsivo
  - Estado de coma
  - Hipertensión endocraneal
5. RIESGO DE MUERTE SUBITA
  - Episodio de M.S. recuperada
  - Gemelo univitelino con hermano fallecido por muerte súbita
  - Antecedentes de riesgo de M.S.
6. PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICO-TERAPEUTICOS
  - Aspiración
  - Maniobras vagales (punción lumbar, pleural, tacto rectal, colóca-ción de SNG)
  - Administración de sedantes e hip-nóticos

obliga a un mejor entrenamiento para lograr una mayor eficacia dada una situación real (1, 2, 3). En tercer lugar se detecta una tendencia alcista de la patología de riesgo de parada cardiorrespiratoria (Tabla I) por el incremento de lactantes en cuya historia neonatal destacan antecedentes de prematuridad, bajo peso, displasia broncopulmonar, madre adolescente, niños en tratamientos quimioterápicos agresivos por problemas oncológicos e incremento de los accidentes y del maltrato infantil (4). Sabemos perfectamente que unas maniobras de RCP bien realizadas sólo requieren durante la primera fase, una actuación clínica ordenada y sencilla, adaptada a cada edad mientras se espera la llegada de personal adecuado para realizar una RCP avanzada o trasladar el enfermo a un centro asistencial. Varios países amplían la formación en este campo a todos los ciudadanos a partir de edades tempranas como la adolescencia. En este sentido, sería deseable como mínimo, iniciar unos programas de formación de los pediatras seguidos de un reciclaje periódico, extensible al resto de personal sanitario y laboral relacionado con el niño (enfermeras, puericultoras, maestras, etc.).

#### *Reanimación Cardiopulmonar Básica*

Por lo que respecta a la RCP básica, se mantienen los esquemas de ac-

dades especiales de hospitalización no exime de su conocimiento y dominio práctico, sino que por el contrario

Tabla II. Esquema de la Reanimación Cardiopulmonar Básica

**A) VIA AEREA**

1. DIAGNOSTICO DE PARADA CARDIACA:
  - Falta de respuesta
  - Dificultad respiratoria extrema
  - Bradicardia extrema
2. SOLICITAR AYUDA
  - Ayudante
  - Equipos de emergencias médicas
3. COLOCACION DEL PACIENTE
  - Decúbito supino
  - Superficie dura
  - Atención a la columna vertebral
4. APERTURA DE VIA AEREA
  - Retirar cuerpos extraños
  - Maniobras
    - Extensión de la cabeza/elevar el mentón
    - Elevación del maxilar inferior

**B) VENTILACION**

5. COMPROBAR LA EXISTENCIA DE RESPIRACION ESPONTANEA
  - «Ver» movimientos toracoabdominales
  - «Escuchar» la espiración del aire
  - «Sentir» el aire espirado
6. DE NO EXISTIR RESPIRACION ESPONTANEA:
  - Dos insuflaciones lentas
    - Boca/nariz-boca (lactantes)
    - Boca/boca
  - Seguimiento
    - 20 resp/min (lactantes)
    - 15 resp/min
7. COMPROBAR ELEVACION TORACICA
8. EN CASO CONTRARIO SI TODO ESTA CORRECTO SOSPECHAR LA EXISTENCIA DE UN CUERPO EXTRAÑO:
  - Palmada torácica en Trendelenburg (lactantes)
  - Maniobra de Heimlich (niños semiconscientes)
  - Compresión subxifoidea (niños inconscientes)

**C) CIRCULACION**

9. DETERMINAR LA FRECUENCIA CARDIACA
  - Pulso femoral o braquial (lactantes)
  - Pulso carotídeo (niños)
10. DE NO EXISTIR PULSO O SER MUY IRREGULAR INICIAR MASAJE CARDIACO EXTERNO COMPRIMIENDO CON:
  - Tres dedos (lactante)
  - Palma de una mano (2 a 8 años)
  - Palma de dos manos (más de 8 años)

tuación clásicos (Tabla II). Deben destacarse dos puntos que representan un control de calidad interno de la RCP. De una parte comprobar que con las insuflaciones se eleva el tórax. Si esto no se produce quiere decir que la ventilación es inefectiva y por lo tanto deberá revisarse la técnica o pensar en la posibilidad de obstrucción por un cuerpo extraño que puede deducirse por la anamnesis o bien por exclusión si todas las maniobras previas son correctas. Por otra parte, para que las compresiones cardíacas sean efectivas debe también comprobarse un hundimiento esternal de 2 a 3 centímetros. La principal causa de error en este último punto suele ser la utilización de superficies blandas con lo cual, la columna vertebral no queda bien detenida y no realiza su papel de contrafuerte en la compresión cardíaca. Dado que dichas maniobras no están exentas de yatrogenia, conviene saber cuando se puede suspender temporalmente una RCP. En ciertas ocasiones (traumatismos, convulsiones, etc.), basta una buena apertura de la vía aérea para estimular el centro respiratorio y permitir una ventilación efectiva con lo que se recupera rápidamente el gasto cardíaco. Por último, el tema de la creación de equipos de atención inmediata y transporte de enfermos críticos es una auténtica asignatura pendiente de la Sanidad española y ha sido tema de preocupación y trabajo

en la Sección de Cuidados Intensivos de la Asociación Española de Pediatría. En Cataluña funciona el Servicio de Coordinación de Emergencias Médicas (SCEM) y Rescate Aéreo, pero de momento se limitan al transporte de enfermos críticos con gran efectividad. Es ineludible la búsqueda de soluciones a este vacío asistencial.

### *Reanimación Cardiopulmonar Avanzada*

Es en este apartado donde se discuten algunas actitudes o se proponen nuevas fórmulas de actuación (Tabla III). Una vez se dispone del equipo humano y de material adecuado debe intubarse al paciente que persiste en dicha situación y ventilarlo mecánicamente, lo cual libera a uno de los reanimadores que puede pasar a realizar otras funciones. La intubación debe realizarla la persona que tenga más experiencia de los presentes y por la vía más rápida y segura, que suele ser la orotraqueal. Dado que el gasto cardíaco que se logra con la RCP es bajo (45% del normal), conviene la colocación de una vía central (subclavia o yugular), para una mayor efectividad terapéutica bajo las mismas premisas anteriores y siempre que se pueda hacer rápidamente y con seguridad, sin que se demoren otras medidas. En caso de que ésta no pueda obtenerse es posible ad-

ministrar los dos fármacos principales (adrenalina y atropina) por vía endotraqueal, a través de una sonda que los dispense en un terreno lo más próximo a la carina, ya que allí su absorción es prácticamente idéntica a la administración endovenosa. Conviene asimismo disponer de un registro eléctrico de la despolarización y re-

polarización cardíacas para un diagnóstico más rápido y fiable de los trastornos del ritmo y una rápida constatación del efecto terapéutico.

La *adrenalina* está indicada en la práctica totalidad de situaciones de paro cardiorrespiratorio. Tiene efectos  $\alpha$  y  $\beta$  adrenérgicos que producen vasoconstricción periférica, efectos

**Tabla III. Esquema de la Reanimación Cardiopulmonar Avanzada**

**D) FARMACOLOGIA**

11. INTUBACION Y VENTILACION MECANICA
12. COLOCACION DE VIA CENTRAL Y SUPRADIAPHRAGMATICA
13. MONITORIZAR EL REGISTRO ELECTROCARDIOGRAFICO
14. ADMINISTRAR MEDICACION POR VIA CENTRAL O DE FORMA ALTERNATIVA POR VIA ENDOTRAQUEAL
  - Adrenalina
  - Atropina
15. MEDICACIONES DE INDICACION RESTRINGIDA
  - Bicarbonato 1 molar
  - Naloxona
  - Lidocaína
  - Cloruro cálcico

**E) DESFIBRILACION**

16. DESFIBRILADOR HOLOGADO
17. SI FALLA LO ANTERIOR ADMINISTRAR TOSILATO DE BRETILIO Y REINTENTAR LA DESFIBRILACION

**F) SEGUIMIENTO O FINAL**

18. CONSIDERAR OTROS FARMACOS
  - Dopamina
  - Dobutamina
  - Isoproterenol
19. CONSIDERAR EL TRATAMIENTO DEL EDEMA CEREBRAL POSTPARO
20. INTERRUMPIR UNA RCP INEFECTIVA



inotrópico y batmotrópico positivos y facilita la fibrilación ventricular, especialmente en situaciones de hipoxia y acidosis extrema. Dado que la dosis pediátrica debe ser muy ajustada a 0,01 mg/kg en dilución a 1:10000, y que cualquier exceso provoca un estado hiperadrenérgico que no es bueno bajo un punto de vista hemodinámico, en la práctica, es recomendable diluir 1 ml del preparado comercial en 9 ml de suero fisiológico y administrar 0,1 ml/kg de dicha solución. Con esta medida, la posibilidad de error por exceso queda reducida al mínimo. Ante la ineffectividad de su administración, a pesar de una dosificación correcta, puede administrarse una segunda dosis a los cinco minutos.

La *atropina* es un parasimpaticolítico con efecto cronotrópico positivo, indicado especialmente en las situaciones de asistolia o bradicardias de distinto signo (vagal, bajo gasto, bloqueo aurículo-ventricular). La dosis recomendada sigue siendo de 0,01 mg/kg, con una dosis mínima de 0,15 y máxima de 2 mg por administración. Por el mismo motivo que en el caso anterior, puede diluirse 1 ml de la solución comercial en 9 ml de suero fisiológico y administrar a razón de 0,1 ml/kg. También puede repetirse a los cinco minutos si su efecto no es evidente.

La polémica actual se ha centrado alrededor de la conveniencia o no de

administrar *bicarbonato* en estas situaciones. La controversia proviene de la medicina del adulto, donde se recordará que la mayoría de las paradas cardiorrespiratorias son súbitas e inesperadas. Los argumentos que se esgrimen en contra de la administración del bicarbonato consisten en la posibilidad de provocar acidosis respiratorias por conversión masiva del  $\text{NaHCO}_3$  a  $\text{CO}_2$  que luego no puede ser eliminado durante la hematosi (6, 7), posibilidad de provocar una disociación del equilibrio ácido/base entre el compartimento sistémico y el sistema nervioso central («acidosis intracelular paradójica») (8, 9), relación con la hemorragia intraventricular en el recién nacido hipóxico (10, 11), el desplazamiento hacia la izquierda de la curva de disociación de la hemoglobina, con lo cual, éste se volvería más afín para el oxígeno y dificultaría la liberación de oxígeno a los tejidos en una situación de hipoxemia, y por último, la posible carga excesiva de sodio que puede representar la administración del bicarbonato, y los efectos osmolares que de él puedan derivarse.

Frente a estas razones deben contraponerse otras que en nuestra opinión justifican el empleo controlado del bicarbonato en la RCP. En primer lugar, la parada cardiorrespiratoria en el niño suele ser secundaria a alguna causa que probablemente asocie una acidosis metabólica. El

metabolismo infantil es más dinámico que el del adulto, y se entra en situación de anaerobiosis con mayor rapidez. El efecto de acidosis intracelular paradójica no ha sido bien demostrado (12), y de otra parte, es bien sabido que las aminas biogénas (adrenalina, dopamina ó dobutamina) disminuyen mucho sus efectos biológicos en presencia de acidosis extrema. Por tanto creemos que el bicarbonato debe administrarse a los cinco minutos de una parada cardíaca aún no recuperada, o bien en todo paro secundario a un estado acidótico previo. Conviene, no obstante, tomar las siguientes precauciones:

- 1º Antes de administrar bicarbonato asegurar una buena función respiratoria.
- 2º No corregir nunca la acidosis totalmente. Es suficiente situar el pH entre 7,15 y 7,20 para salir de la zona de elevado compromiso vital y asegurar la normal función biológica de las aminas biogénas. Generalmente equivale a una dosis de 1 mEq/kg.
- 3º En caso de administrar bicarbonato 1 Molar, diluirlo a la mitad con agua destilada, lo cual reduce la osmolaridad a la mitad y obliga a una administración más lenta.
- 4º Después de pasar el bicarbonato, lavar la vía con suero fisiológico,

pues ciertas medicaciones se inactivan o precipitan con su contacto.

Otras medicaciones siguen teniendo sus indicaciones específicas. De gran utilidad es la *naloxona* indicada ante la mínima sospecha de depresión respiratoria central de causa farmacológica, y en especial cuando se conoce el antecedente de la administración de mórficos (postoperatorios, drogadicción, analgesia, etc.). La dosis recomendada es de 0,03 mg/kg y puede repetirse a los tres minutos si no se consigue una respuesta. La *lidocaína* está indicada en situaciones de taquicardia o fibrilación ventricular. Por este motivo conviene disponer del registro electrocardiográfico, ya que se ha constatado que la fibrilación ventricular en Pediatría no es tan infrecuente como se creía hace unos años, y ofrece una oportunidad para ensayar este fármaco así como otras medidas de desfibrilación. La dosis es de 1 mg/kg administrada en forma de bolus endovenoso. Una sustancia que ha pasado a un segundo plano es el *cloruro cálcico* ( $\text{CaCl}_2$ ). Esto se debe al descubrimiento de que en situaciones de hipoxia miocárdica, el acúmulo intracelular de calcio puede conducir a una depresión de la función miocárdica (13). Por lo tanto el  $\text{CaCl}_2$  debe reservarse a la RCP secundaria a intoxicaciones por antagonistas del calcio, y situaciones de hipocalcemia, hiperpotasemia o hiper-

magnesemia. La dosis recomendada, referida a la sal, es de 20 mg/kg y la administración debe realizarse por vía endovenosa lenta con control de la frecuencia cardíaca.

Tal y como se ha comentado anteriormente, los avances en los cuidados intensivos pediátricos han permitido llegar a situaciones nuevas que pueden beneficiarse de otro tipo de tratamientos. Tal es el caso de la desfibrilación eléctrica. Para aplicarla en Pediatría se requieren las siguientes condiciones:

- 1.<sup>a</sup> Que exista una situación de fibrilación ventricular.
- 2.<sup>a</sup> Que la oxigenación miocárdica sea aceptable.
- 3.<sup>a</sup> Que la acidosis, si existe, no sea muy intensa ( $\text{pH} \approx 7,20$ ).
- 4.<sup>a</sup> Disponer de un desfibrilador homologado preparado para Pediatría (electrodos de diferentes tamaños y rango adecuado de descarga).

La dosis de energía requerida para la cardioversión es de 2 a 4 joules/kg. En caso de que con la dosis máxima persista la fibrilación, puede administrarse *tosilato de bretilio*, de 5 a 10 mg/kg, endovenoso en bolus, seguido de un nuevo intento de desfibrilación. La misma dosis puede ensayarse al cabo de 10 minutos si no se logra la cardioversión.

Por último debe considerarse siempre el tratamiento farmacológico de soporte cardíaco (dopamina, dobutamina, isoproterenol) y la farmacología y tratamiento del edema cerebral posthipóxico.

### *Consideraciones éticas en la RCP*

Decidir si se inicia o no una RCP, y cuándo suspender una RCP en curso, ha sido siempre un tema polémico que trasciende el estricto ámbito médico. El problema se agudiza en Pediatría debido a la responsabilidad de terceros (los padres) sobre todas aquellas decisiones que atañen a nuestros pacientes. Las controversias se recrudecen ocasionalmente y salen a luz pública en revistas prestigiosas, tal y como ha sucedido recientemente (14, 15, 16). La RCP debe ofrecerse a todo niño que tenga una esperanza de vida con un mínimo de calidad. Quizá sea mejor identificar aquellos pacientes que no deben ser subsidiarios de una RCP, en los que la muerte, que siempre se manifiesta como una parada cardiorrespiratoria, es el último acto de todo un proceso morboso. La RCP, como decía Blackhall, no debe convertirse en un «plácido de alta tecnología» para contentar instantáneamente a unos familiares o para tranquilizar a un enfermo terminal que no acepta su enfermedad.

Una vez iniciada la RCP, la decisión de suspenderla deberá ser toma-

da por el médico responsable, que debe considerar toda una serie de aspectos. En situaciones especiales de refractariedad a la RCP, dicha decisión pueden tomarla los propios reanimadores aún en ausencia de un médico. Tal sería el caso de un solo reanimador que llega a una situación de agotamiento, o una parada cardiorespiratoria de larga duración con midriasis fija que no revierte a pesar de un tratamiento correcto. Sin embargo, este último punto también debe matizarse, puesto que en ciertos accidentes como la electrocución o el ahogamiento en agua helada, el reinicio de la función cardíaca puede tardar incluso horas.

Resumiendo puede decirse que es imprescindible una buena preparación y entreno del personal médico en la reanimación cardiopulmonar pediátrica, siendo muy deseable que se extienda en sus aspectos elementales a todo el personal sanitario. El esquema básico sigue igual, se restringe el papel del bicarbonato y se relega del  $\text{CaCl}_2$  a las indicaciones precisas. Por último aparecen nuevas técnicas que pueden ser de utilidad en la RCP pediátrica como la desfibrilación, cuya práctica se limita igualmente a casos muy concretos. Se ha dejado aparte el tema de la RCP en Neonatología por tratarse de un tema de mayor especialización.

## BIBLIOGRAFIA

- Standards for CRP and ECC, Part IV-V Pediatric Basic and Advanced Life Support. JAMA 1986; 255: 2954-2969.
- Seidel JS. A needs assessment of advanced life support and emergency medical services in the pediatric patient: state of the art. Circulation 1986; 74 (Suppl IV): 129-133.
- Ludwig S, Fleisher G, et al. Pediatric Training in Emergency Medicine Residence Programs. Ann Emerg Med 1982; 11: 170-173.
- Cruz M. Tratado de Pediatría. 6ª ed., 1988, Espax. Barcelona. Capítulo 1.
- Rogers MC, ed. Textbook of Pediatric Intensive Care. 1ª ed., Williams & Wilkins. Baltimore, 1987, Volumen I, pp. 7-82.
- Arieff AI, Leach W, et al. Systemic effects of  $\text{NaHCO}_3$  in experimental lactic acidosis in dogs. Am J Physiol 1982; 242: F586-F591.
- Graff HW, Leach W, et al. Evidence for a detrimental effect of bicarbonate therapy in hypoxic lactic acidosis. Science 1984; 227: 754-756.
- Ryder REJ. Lactic acidosis: high-dose or low-dose bicarbonate therapy? (editorial). Diabetes Care 1984; 7: 99-102.
- Berenyi KJ, Wolk M, et al. Cerebrospinal fluid acidosis complicating therapy of experimental cardiopulmonary arrest. Circulation 1975; 52: 319-324.
- Wheeler AS, Sadri S, et al. Intracranial hemorrhage following intravenous admi-

nistration of sodium bicarbonate or saline solution in the newborn lamb asphyxiated in utero. *Anesthesiology* 1979; 51: 517-521.

11. Finberg L. The relationship of intravenous infusions and intracranial hemorrhage. A commentary. *J Pediatr* 1977; 91: 777.
12. Sessler D, Mills P, et al. Effects of bicarbonate on arterial and brain intracellular pH in neonatal rabbits recovering from hypoxic lactic acidosis. *J Pediatr* 1987; 111: 817-823.
13. White BC, Winegar CD, et al. Possible role of calcium blockers in cerebral resuscitation: A review of the literature and synthesis for future studies. *Crit Care Med* 1983; 11: 202-207.
14. Blackhall LJ. Must we always use CPR? *N Eng J Med* 1987; 317: 1281-1285.
15. Ruark JE, Raffin TA, et al. Initiating and Withdrawing Life Support. Principles and practice in adult medicine. *N Eng J Med* 1988; 318: 25-30.
16. Lantos JD, Miles SH, et al. Survival after Cardiopulmonary Resuscitation in babies of very low birth weight. is CPR futile therapy? *N Eng J Med* 1988; 318: 91-95.