

# Reanimación cardiopulmonar

Daniel Rufach ■ Silvia Santos ■ Elena Guaita ■ Gustavo Debaisi

## Introducción

El paro cardíaco o paro cardiorrespiratorio (PCR) en Pediatría es un suceso prevenible; raramente es un evento súbito ya que suele estar precedido de un período de deterioro. Su principal causa es la hipoxia, a diferencia de los adultos, en los cuales el origen es cardíaco. En los niños, es el resultado final del compromiso de la función respiratoria y circulatoria, con una progresión típica de hipoxia e hipercapnia a paro respiratorio, bradicardia y paro cardíaco. En niños gravemente enfermos o lesionados la intervención a tiempo es clave para prevenir la progresión al PCR y así evitar la muerte.

El ritmo de paro más frecuente en los niños es la asistolia, aunque existen otros ritmos a los que se los denomina ritmo de colapso, debido a que se presentan sin pulsos centrales palpables y con ausencia de perfusión periférica como la fibrilación ventricular (FV), la taquicardia ventricular (TV) sin pulso y la actividad eléctrica sin pulso (AESP). La TV y FV se producen en menos del 15% de los paros extrahospitalarios. El PCR de causa cardíaca primaria puede presentarse, y debería ser particularmente considerado, en pacientes con cardiopatías, miocarditis o en el paro cardíaco de presentación súbita.

El PCR es producido por la interrupción de la actividad mecánica del corazón y se caracteriza por falta de respuesta, apnea y ausencia de pulsos centrales palpables. La evolución de un niño que sufre un PCR es mala en el corto y largo plazo, con gran mortalidad y graves secuelas en los sobrevivientes. Sólo un 27% de los niños que presentan un PCR en el ámbito hospitalario sobreviven y la mayoría con graves secuelas neurológicas.

La reanimación cardiopulmonar (RCP) incluye la RCP básica y la avanzada. Con la RCP básica se inicia el soporte de la ventilación de una víctima en paro respiratorio y el soporte de la respiración y la circulación de un paciente en PCR. La RCP avanzada agrega el uso de equipamiento adyuvante y técnicas especiales para el establecimiento y mantenimiento de una efectiva ventilación y perfusión, el monitoreo electrocardiográfico, la detección y tratamiento de arritmias y la estabilización del paciente posterior a la resucitación. Durante toda la reanimación se deben mantener las normas de bio-

seguridad, utilizando dispositivos de barrera para la protección del personal.

Por convención se considera "lactante" a todo paciente hasta el año de edad y "niño" al mayor de un año hasta el inicio de la pubertad (12 a 14 años).

## Reanimación cardiopulmonar básica

El apoyo vital básico pediátrico (AVPB) consiste en evaluaciones y aptitudes motoras destinadas a apoyar o restablecer la circulación, oxigenación y ventilación eficaces del niño en paro respiratorio o cardíaco. Los pasos que se deben seguir para la evaluación y tratamiento son (Algoritmo 25.5.1): Determinar el nivel de conciencia estimulando suavemente al niño: simultáneamente se debe comprobar si la víctima respira. Si el niño no responde, no respira normalmente y hay un solo reanimador, se gritará pidiendo ayuda sin dejar al paciente, se iniciará la RCP por 5 ciclos, alrededor de 2 minutos, y luego se activará la emergencia. Si hay otra persona, uno activará la emergencia mientras el otro inicia la RCP. Si el paro es presenciado y súbito (de origen cardíaco) se debe activar la emergencia y traer el desfibrilador antes de iniciar la RCP.

Según las Recomendaciones de la *American Heart Association* (2010) se recomienda cambiar la secuencia de los pasos del soporte vital básico de A-B-C (apertura de la vía aérea, buena respiración, compresiones torácicas) a la secuencia C-A-B (compresiones torácicas, apertura de la vía aérea, buena respiración). El motivo por el cual se cambia la secuencia de pasos A-B-C es la demora en las compresiones torácicas mientras los reanimadores abren la vía aérea y ventilan. Al cambiar la secuencia a C-A-B se inician las compresiones torácicas sin retraso, de vital importancia para mantener la oxigenación cerebral y cardíaca, y se reduce el tiempo de inicio de las ventilaciones.

Compresiones torácicas (C): el reanimador, luego de comprobar la falta de respuesta y de respiración adecuada, evaluará el pulso. Los pulsos que se deben valorar son el braquial en el lactante y el carotídeo en el niño, o como alternativa el pulso femoral en ambos. Se localizará el pulso braquial en la parte interior del brazo entre el codo y el hombro,

Extraído del Libro: Hospital General de Niños Pedro de Elizalde. Criterios de diagnóstico y tratamiento en Pediatría. Segunda Edición. Buenos Aires: Ediciones Journal, 2012. Para mayor información escribir a: info@journal.com.ar

colocando el pulgar en la parte externa y los dedos índice y medio en la parte interior del brazo. Se deberá presionar suavemente durante al menos 5 segundos y no más de 10 segundos; si en ese tiempo no se detecta pulso se deberá comenzar el masaje. En los lactantes no se recomienda la búsqueda del pulso carotídeo debido a que la presencia de un cuello corto y gordo lo hace difícil de palpar.

En los niños mayores y adultos se busca el pulso carotídeo: el reanimador deberá colocar dos dedos a nivel del cartílago tiroideos de la víctima (nuez de Adán), en la depresión del cuello localizada entre la tráquea y el músculo esternocleidomastoideo. Para comprobar el pulso femoral se deben ubicar dos dedos en la cara interna del muslo entre el hueso de la cadera y el hueso púbico y por debajo de la ingle, donde la pierna se une con el abdomen.

Si no se detecta pulso durante 5 segundos como mínimo y 10 segundos como máximo, se deben comenzar las compresiones torácicas.

Se realizarán también las compresiones en un lactante o niño si el pulso está presente pero tiene una frecuencia menor a 60/minuto con alteración de la perfusión.

En el niño en PCR se deberá colocar un monitor cardíaco inmediatamente o un DEA/desfibrilador si está disponible.

Si el pulso está presente pero no existe respiración espontánea se administrará ventilación asistida con una frecuencia de 12 a 20/minuto (1 cada 3 a 5 segundos) hasta que el paciente inicie respiración espontánea, o bien se efectivice un manejo avanzado de la vía aérea.

Las compresiones torácicas deben ser fuertes para deprimir el tórax aproximadamente 1/3 del diámetro anteroposterior (4 cm en lactantes y 5 cm en niños) y rápidas, con una frecuencia de por lo menos 100 compresiones /minuto, permitiendo que el pecho vuelva a su posición inicial.

La técnica varía según la edad. En lactantes, las compresiones deben efectuarse en la mitad inferior del esternón con la precaución de no comprimir la apófisis xifoides. Con un solo reanimador se colocarán dos o tres dedos sobre el esternón justo por debajo de la línea de los dos pezones (Figura 25.5.1) y con dos reanimadores se utiliza la técnica de dos pulgares comprimiendo a nivel del esternón y las manos rodeando y comprimiendo el tórax, se realiza así una compresión simultánea de la pared anterior y posterior del tórax con todos los dedos (Figura 25.5.2).

En los niños mayores de 1 año hasta la pubertad se aplica la compresión con el talón de la mano a nivel esternal. Se puede comprimir con el talón de una o de ambas manos, igual que en las víctimas adultas (Figura 25.5.3).

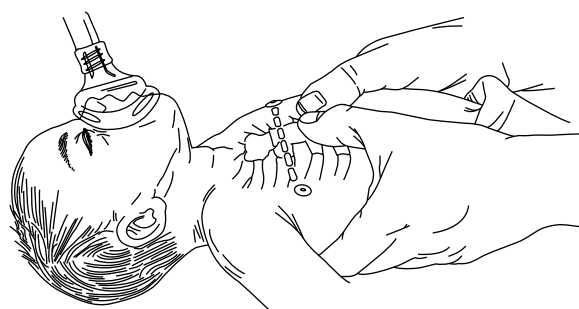
FIGURA N°25.5.1

Lactante, masaje por un reanimador.



FIGURA N°25.5.2

Masaje por dos reanimadores.



En toda RCP las compresiones se alternan con las ventilaciones. Si un reanimador está solo se emplea la relación universal de compresión-ventilación de 30 compresiones y 2 ventilaciones en pacientes de cualquier edad, exceptuando a los recién nacidos. En lactantes y niños con dos reanimadores las compresiones y ventilaciones se realizan con la relación 15:2. Con uno o dos reanimadores en los recién nacidos la relación es 3:1, mientras que para los adultos se utiliza una relación universal 30:2. Una vez que el paciente está intubado no se realizan ciclos de compresión-ventilación. El reanimador que realiza las compresiones debe realizar al menos 100 compresiones/minuto sin pausa para la ventilación y el que realiza la ventilación deberá realizar 8 a 10 ventilaciones por minuto (una cada 6 a 8 segundos aproximadamente), evitando la hiperventilación. Los reanimadores deberán cambiar el rol cada 2 minutos para evitar la fatiga y el deterioro en la frecuencia y calidad de las compresiones. El cambio debe ser realizado rápidamente (de forma

FIGURA N°25.5.3

Masaje en el niño.



FIGURA N°25.5.4

a Posición de olfateo en el lactante.  
b Posición de olfateo en el niño.



ideal en menos de 5 segundos) para minimizar las interrupciones en las compresiones torácicas.

Apertura de la vía aérea (A): luego de efectuadas las compresiones se deberá permeabilizar la vía aérea, dado que en el niño inconsciente la lengua se desplaza hacia atrás, cayendo sobre la pared posterior de la faringe, obstruyendo la vía aérea y dificultando la entrada de aire. La flexión de la cabeza sobre el tórax origina también una disminución de la luz de la faringe. Se procederá a permeabilizar la vía aérea mediante la extensión de la cabeza y elevación del mentón con la cabeza en la línea media llamada posición de olfateo (Figuras 25.5.4 a, b). La maniobra se realiza ubicándose lateralmente al niño colocando una mano sobre la frente e inclinando la cabeza hacia atrás suavemente. La cabeza quedará en línea media y ligeramente extendida. Con la otra mano bajo el mentón apoyando los dedos en la parte ósea de la mandíbula se eleva el mentón ligeramente hacia adelante. Es necesario evitar comprimir las partes blandas submentonianas y no cerrar la boca durante la maniobra para no obstruir la vía aérea. Luego se procederá a retirar todos los elementos extraños visibles en la boca (comida, dientes rotos, etc.) y se aspirarán las secreciones.

La posición de olfateo es adecuada si queda alineado el meato auditivo externo con el hombro. Para ello muchas veces es necesario colocar una toalla o almohadilla debajo de los hombros y el torso del lactante, y en el niño más grande debajo de la cabeza.

En caso de trauma con sospecha de lesión cervical se deberá realizar la maniobra de tracción mandibular (Figura 25.5.5). Durante esta maniobra es necesario mantener la posición neutra de la cabeza, evitando la flexión y la extensión del cue-

llo en todo momento. Se realizará una inmovilización bimanual posicionando dos o tres dedos por debajo del ángulo del maxilar inferior para luego traccionar la mandíbula hacia arriba y hacia fuera levantando la base de la lengua y alejándola de la apertura glótica. El reanimador trabajará con los codos apoyados sobre la superficie donde yace el paciente ubicándose detrás de su cabeza.

Si mediante la maniobra de tracción de la mandíbula no se puede abrir la vía aérea, se debe realizar la técnica de extensión de la cabeza-elevación del mentón para realizar la ventilación, enfatizándose la importancia de abrir la vía aérea en las víctimas con traumatismo. La técnica de estabilización manual de cabeza y cuello deberá mantenerse mientras se realice la RCP, sin utilizar dispositivos de inmovilización. Esta técnica nos permite al mismo tiempo realizar la apertura de la vía aérea mediante la elevación de la mandíbula y la inmovilización del cuello.

Luego se procederá a colocar un collar rígido de tamaño apropiado para que no interfiera con la permeabilidad de la vía aérea.

**FIGURA N°25.5.5** Tracción de la mandíbula.



Buena ventilación (B): luego de permeabilizar la vía aérea se deberá administrar 2 ventilaciones. La ventilación se puede llevar a cabo con bolsa y máscara o con un dispositivo avanzado para la vía aérea como un tubo endotraqueal (TET) o una máscara laríngea conectada a una fuente de oxígeno tan pronto como sea posible. Se sugiere utilizar la técnica de C-E para sujetar la máscara (Figura 25.5.6) colocando tercero, cuarto y quinto dedos de una mano (forman una E) sobre la mandíbula para elevarla hacia delante mientras el pulgar y el índice de la misma mano (forman una C) sujetan la máscara sobre la cara del niño. Puede ser necesario que uno de los reanimadores use ambas manos para abrir la vía aérea y mantener sellada la máscara a la cara (C-E bilateral), mientras el otro comprime la bolsa de ventilación. Cada ventilación debe durar un segundo; la efectividad de la ventilación está dada por la observación de la expansión torácica. Es muy importante no hiperventilar para evitar la distensión gástrica y la posibilidad de aspiración y para no empeorar el retorno venoso.

En el PCR la reanimación se estructura en ciclos de compresiones y ventilaciones. Con un solo reanimador asistiendo a una víctima de cualquier edad, se deben realizar ciclos de 30 compresiones y 2 ventilaciones en forma ininterrumpida durante 2 minutos, que equivalen a realizar 5 ciclos de RCP. Cumplidos los 2 minutos se toma el pulso y si no se detecta durante 5 segundos como mínimo y 10 segundos como máximo, se continuará con los ciclos de compresión-ventilación.

Cuando son dos los reanimadores intervinientes en el PCR en lactantes y niños, se efectuará una relación de compresiones-ventilaciones de 15:2 en forma ininterrumpida durante 2 minutos, que equivalen a realizar 10 ciclos de RCP. Cumplidos los 2 minutos se toma el pulso y si no se detecta durante 5 segundos como mínimo y 10 segundos como máximo se continuará con los ciclos de compresión-ventilación.

Los reanimadores siempre deberán cambiar el rol cada 2 minutos para evitar la fatiga y el deterioro en la frecuencia y calidad de las compresiones. El cambio debe ser realizado rápidamente (de manera ideal en menos de 5 segundos), para minimizar las interrupciones en las compresiones torácicas. Si el paciente recuperó la circulación pero persiste en paro respiratorio, se mantendrá la ventilación asistida a una frecuencia de 12 a 20 respiraciones por minuto (1 respiración cada 3 a 5 segundos).

**FIGURA N°25.5.6** Técnica C-E de sujeción de máscara.



### Reanimación cardiopulmonar avanzada

El soporte vital avanzado pediátrico comprende los conocimientos y destrezas necesarios para obtener una vía aérea segura, brindar adecuada oxigenación y ventilación, colocar un acceso vascular que permita la administración de fármacos esenciales en la RCP y proveer de tratamientos eléctricos necesarios. La RCP avanzada agrega el uso de equipamiento adyuvante, monitoreo electrocardiográfico para la detección y tratamiento de arritmias, y la estabilización del paciente posterior a la resucitación.

### Vía aérea y ventilación: dispositivos y procedimientos

En el niño en insuficiencia respiratoria, en paro respiratorio o en paro cardíaco se debe proceder a suministrar oxígeno y ventilación con una bolsa de reanimación con máscara.



Las bolsas o resucitadores que se utilizan para las emergencias son autoinflables y pueden ser de diferentes tamaños: las neonatales con una capacidad de 250 mL se utilizan para recién nacidos pretérmino; las pediátricas de 500 mL para los recién nacidos de término, lactantes y niños; las bolsas de adultos de 1 500 mL para los niños más grandes y adultos. Una bolsa grande puede ser utilizada para la ventilación de un lactante; en este caso es necesario manejar la fuerza y el volumen corriente para producir una expansión torácica adecuada. Las bolsas autoinflables utilizadas deben poseer reservorio dado que permiten entregar una concentración de oxígeno mayor. Cuando se las utiliza con flujos > 15 L/minuto proporcionan una concentración de oxígeno del 100%.

Es necesario disponer de una máscara que se adapte al tamaño de la cara del niño, sellando su boca y nariz de tal manera que no existan pérdidas durante la ventilación; no debe cubrir los ojos del paciente. Es deseable que la máscara sea de material transparente para que permita visualizar la boca del niño mientras se realiza la ventilación asistida y con un cuff suave que facilite el sellado. Si la bolsa tiene válvula de pop-off es conveniente cerrarla cuando se ventila con bolsa y máscara y abrirla si se ventila a través de un tubo endotraqueal.

Si el niño se encuentra en paro cardíaco no hay una recomendación definitiva sobre cuando es el momento de realizar la intubación endotraqueal y no es deseable interrumpir los ciclos de ventilación y compresión para realizar el procedimiento. Un paciente puede recuperar el ritmo de perfusión sin haber sido intubado, pero ello no se logra si no hay una ventilación adecuada con bolsa.

El monitoreo cardiorrespiratorio es un pilar del manejo avanzado de la reanimación cardiopulmonar. Es indispensable que durante la secuencia de reanimación se coloque un monitor cardíaco para detectar el ritmo de paro y reconocer aquellos ritmos que requieran tratamiento eléctrico. La saturometría, que se suma al monitoreo cardíaco, cumple su rol en la evaluación de la insuficiencia respiratoria y para guiar el procedimiento de intubación en el paciente con ritmo de perfusión.

En insuficiencia respiratoria, cuando el niño está alerta, debe realizarse sedación profunda para el procedimiento de intubación. El procedimiento se inicia con la preparación del material, el equipo de monitoreo y la dilución de la medicación a utilizar (Tabla 25.5.1). Se deben definir los roles de los reanimadores que realizan el procedimiento. Se recomienda un mínimo de tres reanimadores: uno maneja la vía aérea, otro administra la medicación y el tercero monitorea al paciente.

- Fuente de oxígeno, monitor de ECG, tensiómetro, oxímetro de pulso y estetoscopio
- Bolsa de reanimación autoinflable con reservorio con máscaras de diferentes tamaños
- Máscara de O<sub>2</sub> de no-reinhalación
- Equipo de aspiración de secreciones (sondas gruesas para fauces y sondas finas para el tubo endotraqueal)
- Cánulas orofaríngeas y nasofaríngeas
- Laringoscopio de rama recta y curva, con los diferentes tamaños de rama y pilas de repuesto
- TET del tamaño calculado + 2 TET (1/2 número más grande y 1/2 más pequeño)
- Mandril maleable y Pinza Magill
- Sonda nasogástrica
- Tela adhesiva para fijación
- Drogas para la intubación diluidas (sedación, BNM)
- Máscaras laríngeas
- Tubos de drenaje torácico
- Agujas teflonadas N° 14-16 (drenaje de neumotórax hipertensivo y cricotirotomía)
- Detector de CO<sub>2</sub> espirado-capnógrafo

TET: tubo endotraqueal; BNM: bloqueadores neuromusculares

Una metodología que puede emplearse para llevar a cabo la intubación es una secuencia de intubación rápida, que consiste en la administración de un agente sedante y un bloqueante neuromuscular (BNM) con mínima o ninguna ventilación con presión positiva, con el objetivo de facilitar la intubación y disminuir los posibles efectos adversos. Si se detecta bradicardia o cianosis o si el monitoreo muestra una caída sostenida de la saturación, se ventilará al enfermo con bolsa y máscara y O<sub>2</sub> al 100% hasta obtener valores adecuados de signos vitales para un nuevo intento. La secuencia de intubación rápida no está indicada en pacientes en PCR o en aquellos que presentan coma profundo. Ante la posibilidad de lesión de la columna cervical, es necesario inmovilizar el cuello previamente a realizar la maniobra de intubación.

No está indicado colocar una sonda nasogástrica antes de proteger la vía aérea.

La máscara laríngea es un buen recurso que puede ser utilizado cuando la intubación no puede ser realizada.

Hay principalmente dos diseños de laringoscopios para el uso en Pediatría: los de rama recta y los de

rama curva. Para los niños menores de 4 años se prefieren los de rama recta, que permiten obtener un mejor plano visual de la glotis. La rama curva es una alternativa para los niños mayores debido a que facilita la elevación de la lengua durante la laringoscopia.

Tradicionalmente la intubación de niños menores de 8 años se realizaba con tubos sin manguito, dado el ajuste anatómico de la laringe a nivel del cricoides y debido al mayor riesgo de lesión de la mucosa laringea. Actualmente no existe suficiente evidencia para demostrar que los tubos con manguito originen mayor daño que los tubos sin manguito, por lo que está admitido en el ámbito hospitalario el uso de tubos con o sin manguitos para lactantes y niños.

La mejor forma de calcular el tamaño del tubo endotraqueal y gran parte del equipamiento, así como las dosis de fármacos, es con una cinta con códigos de color basada en la talla del paciente (cinta de Broselow). La cinta permite determinar datos claves de información sobre el niño y se utiliza de manera similar a un pediómetro: midiendo al niño desde la parte superior de la cabeza hasta el talón, pero en vez de leerse el dato en centímetros se lee en kilogramos de peso. Su uso permite determinar en forma práctica el tamaño de la bolsa de reanimación, de las hojas del laringoscopio y el TET entre otros datos (Tabla 25.5.2).

Fórmulas para calcular el diámetro del TET (para niños mayores de 2 años):

TET sin manguito (diámetro interno en mm) = (edad en años/4) + 4

TET con manguito (diámetro interno en mm) = (edad en años/4) + 3,5

Fórmula para estimar la distancia de introducción del TET en centímetros:

Diámetro interno del TET x 3 = cm desde el extremo distal del TET hasta el labio

Se debe confirmar la posición del TET inmediatamente después de colocado, antes del traslado del paciente, después de movilizarlo y ante una descompensación respiratoria aguda. Ningún método es completamente confiable, por ello deben usarse tanto las evaluaciones clínicas como los sistemas de confirmación. La confirmación clínica consiste en la observación de la expansión torácica simétrica, la auscultación de la entrada de aire bilateral a nivel axilar y la auscultación de falta de entrada de aire en el hemiabdomen superior. La visualización directa del TET pasando por las cuerdas vocales es un signo inequívoco de intubación. La recuperación de la saturación de O<sub>2</sub> y de la frecuencia cardíaca es un dato significativo, mientras que la observación de vapor de agua en el TET durante la espiración no es un método totalmente confia-

ble. El monitoreo del CO<sub>2</sub> espirado es el método de confirmación recomendado; el aumento del CO<sub>2</sub> al final de la espiración verifica la colocación adecuada del TET.

Siempre es necesario confirmar la correcta altura del TET mediante una radiografía de tórax.

**TABLA N°25.5.2**

Medidas de TET según cinta de Broselow

Peso	Número de TET sin balón	Número de TET con balón
Lactante, 3-5 kg	3-3,5	3
Lactante, 6-7 kg	3,5	3
Lactante, 8-9 kg	3,5	3
Niño, 10-11 kg	4	3,5
Niño, 12-14 kg	4,5	4
Niño, 15-18 kg	5	4,5
Niño, 19-23 kg	5,5	5
Niño, 24-29 kg	6	6
Adulto, 30-36 kg		6,5

TET: tubo endotraqueal.

### Accesos vasculares y drogas

La vía intraósea (IO) debe ser el acceso vascular a utilizar inicialmente durante el PCR a cualquier edad, cuando no hay ningún otro acceso vascular disponible, para administrar medicaciones y fluidos dado que se puede colocar de manera rápida y confiable en menos de 60 segundos. Existen disponibles en el comercio distintos tipos de aguja para la administración IO para lactantes y niños. Las agujas especialmente diseñadas para su co-

locación intraósea son la mejor elección; si esta alternativa no está disponible se puede utilizar una aguja para punción-aspiración de medula ósea, el mandril de un catéter intravenoso de teflón N° 14 o 16, o una aguja mariposa N°19.

El sitio de inserción más utilizado es la cara anterior de la tibia, aunque otros sitios para la canulación IO son la porción distal del fémur, el maléolo interno de la tibia y la cresta iliaca.

Para la colocación de la aguja intraósea se deberá reconocer la superficie anterior de la tibia, donde el hueso es plano y liso, 1 a 3 cm por debajo y dentro de la tuberosidad tibial. La pierna deberá estar apoyada sobre una superficie firme. Para una correcta colocación de la aguja es necesario apoyar el miembro sobre una toalla enrollada. Se realizará antisepsia de la zona y se procederá a la inserción de la aguja en la porción anterointerna de la tibia, realizando con la aguja un movimiento circular suave pero firme. La aguja se dirigirá en forma perpendicular al hueso, en dirección contraria a la placa de crecimiento; se la hará penetrar a través de la cortical deteniendo su avance ante la sensación de disminución de la resistencia de la médula ósea. La aguja bien colocada debe sostenerse sola. Se puede aspirar material de la médula ósea pero si no se obtiene contenido medular se harán fluir 10 mL de solución fisiológica a través de la aguja. El líquido deberá fluir con facilidad, sin originar extravasación ni edema con la infusión. En caso de utilizar como aguja un mandril de aguja teflonada, el estilote debe fijarse utilizando una pinza Kocher solidarizada al miembro con cinta adhesiva. Una vez colocada la aguja se sujetará con la pinza al ras de la piel de forma tal que la pinza se oriente en el mismo sentido del miembro (Figuras 25.5.7 y 25.5.8). Luego se procederá a infundir líquidos a través del acceso vascular mediante presurización o con jeringa a través de una llave de tres vías. Es necesario tomar como precaución que la aguja siempre se encuentre alejada del espacio articular. Nunca debe colocarse en un hueso fracturado o perforado con anterioridad. Tampoco se podrá utilizar un miembro que sufra de una interrupción vascular traumática o quirúrgica; se prefiere que no se utilicen zonas de piel con infecciones.

Los signos que confirman una canulación exitosa son la disminución de la resistencia de la médula ósea al introducir la aguja, la infusión de líquidos sin extravasación ni edema y la aspiración de material de la médula ósea (no constante).

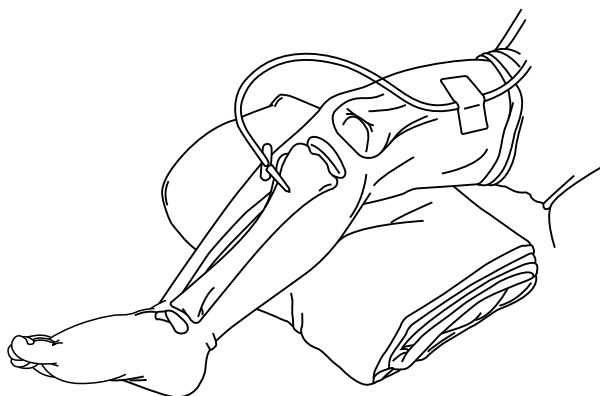
La vía endovenosa o la intraósea son las preferidas para la administración de drogas, pero la vía traqueal puede utilizarse mientras se está estableciendo un acceso vascular.

Por esta vía las dosis de las drogas deben incrementarse 10 veces y deben administrarse diluidas en 5 mL de solución y seguidas de 5 ventilaciones para asegurar su absorción. Las drogas que se pueden administrar son lidocaína, atropina, naloxona y adrenalina.

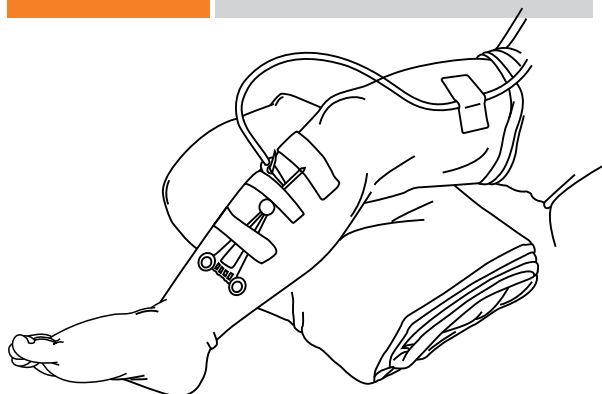
La utilización de agentes farmacológicos durante el PCR es el paso siguiente a la colocación del acceso vascular.

**TABLA N°25.5.7**

Vía intraósea: inserción.


**TABLA N°25.5.8**

Vía intraósea: fijación.



### Adrenalina

La adrenalina continúa siendo la principal droga empleada para el tratamiento del PCR. Es una catecolamina endógena con efectos a y b adrenérgico. El efecto a (vasoconstricción) aumenta la resistencia vascular sistémica y eleva las presiones sistólicas y diástólicas. El efecto b aumenta la contractilidad miocárdica y la frecuencia cardíaca y relaja el músculo liso del lecho vascular del músculo y bronquio. La acción sobre los receptores a adrenérgicos (vasoconstricción) es la más importante de esta droga en el PCR porque aumenta la presión arte-

rial y la presión de perfusión coronaria, aumentando la disponibilidad de O<sub>2</sub> para el corazón.

### Indicaciones de la adrenalina:

Tratamiento con bolo EV:

- Paro cardíaco.
- Bradicardia sintomática que no responde a ventilación y administración de O<sub>2</sub>.

Tratamiento en infusión continua:

- Hipotensión no relacionada con la pérdida de volumen.
- Bradicardia clínicamente significativa.
- Sobredosis de betabloqueantes.
- Fibrilación ventricular (mejora el umbral para la desfibrilación ventricular).

### Dosis:

EV o IO: 0,01 mg/kg (0,1 mL/kg de la solución 1:10 000).

Endotraqueal: 0,1mg/kg (0,1 mL/kg de solución 1:1 000).

Para el PCR persistente se recomienda repetir cada 3 a 5 minutos a igual dosis. No son recomendadas las altas dosis de adrenalina de rutina. Su dosis máxima es de 1 mg/dosis.

Dosis en infusión continua: 0,1 a 1 µg/kg/min.

Dosis intramuscular (IM) en anafilaxia o estado asmático grave: 0,01 mg/kg (0,01 mL/kg de concentración 1:1 000)

Presentación: ampollas de 1 mL (1 mL = 1 mg).

### Atropina

El sulfato de atropina es un fármaco parasimpático que aumenta el marcapaso auricular o del nódulo sinusal y la conducción A-V.

Indicaciones de la atropina:

Bradicardia sintomática (generalmente secundaria a estimulación vagal, bloqueo AV).

Intoxicación por drogas colinérgicas (organofosforados, carbamatos).

Secuencia rápida de intubación: en el menor de 1 año, entre 1 y 5 años con tratamiento de succinilcolina, en mayores de 5 años con tratamiento de una segunda dosis de succinilcolina.

Dosis:

EV o IO para la bradicardia sintomática: 0,02 mg/kg (dosis mínima 0,1 mg, dosis única máxima 0,5 mg). La dosis se puede repetir en 5 minutos hasta una dosis total máxima de 1 mg en un niño y 3 mg en un adolescente.

Endotraqueal: administrar 0,04 a 0,06 mg/kg.

EV o IO para las intoxicaciones:

- Menores de 12 años: de 0,02 a 0,05 mg/kg inicialmente y, a continuación, dosis repetida cada 20 a 30 minutos hasta que remitan los síntomas muscarínicos.

- Mayores de 12 años: 2 mg inicialmente y, a continuación, de 1 a 2 mg cada 20 a 30 minutos hasta que remitan los síntomas muscarínicos.

Presentación: ampollas de 1 mL (1 mL = 1 mg).

### Bicarbonato sódico

La acidosis detectada durante la reanimación es corregida idealmente a través del restablecimiento de la ventilación y la perfusión sistémica efectivas. La administración de bicarbonato de sodio eleva transitoriamente la tensión de CO<sub>2</sub>, y se ha mostrado cómo los cambios de PaCO<sub>2</sub> deprimen la función cardíaca con disminución transitoria del pH intracelular. Por esta razón las prioridades del tratamiento en los niños en PCR son la ventilación, las compresiones torácicas y la administración de adrenalina para restablecer la circulación y corregir la isquemia tisular, lo que bastaría para corregir la acidosis. El bicarbonato de sodio no es un fármaco de primera línea para la RCP y tiene indicaciones precisas.

Indicaciones del bicarbonato de sodio:

Acidosis metabólica grave con apoyo ventilatorio eficaz.

Hiperpotasemia e hipermagnesemia.

Intoxicación por bloqueantes de los canales de sodio (sobredosis de antidepresivos tricíclicos).

PCR prolongado (más de 10 minutos).

Dosis EV o IO: 1 mEq/kg en bolo lento (1 mL/kg de bicarbonato 1 Molar sin diluir en mayores de 1 mes). Es importante recordar que la administración de bicarbonato obliga al lavado previo y posterior de la vía con solución fisiológica.

### Calcio

El calcio no tiene uso terapéutico habitual durante el PCR. La acumulación de calcio dentro de la célula origina la activación de complejos enzimáticos que producen necrosis celular. En corazones normales, el calcio aumenta la función contráctil del miocardio, pero en caso de isquemia miocárdica hay depleción de las fuentes de energía y se compromete este sistema de bombeo lo que permite la acumulación de calcio intracelular; esta hipercalcemia puede ser tóxica.

Indicaciones del calcio:

Hipocalcemia comprobada.

Hiperpotasemia e hipermagnesemia.

Intoxicación por bloqueantes de los canales de calcio.

No se recomienda para tratar la asistolia ni la actividad eléctrica sin pulso.

Dosis EV o IO: 5-7 mg/kg de calcio elemental. Cloruro de calcio al 10%: 20 mg/kg/dosis (0,2 mL/kg). Gluconato de calcio: 60 a 100 mg/kg



(0,6 a 1 mL/kg) lento. Se puede administrar sin diluir o diluido al medio.

### Adenosina

La adenosina es un nucleósido de purina endógeno que produce enlentecimiento de la conducción A-V y causa bradicardia sinusal. Es metabolizada rápidamente por los glóbulos rojos, lo que determina una vida media de 10 segundos y una duración de la acción de 2 minutos.

Indicaciones de la adenosina: taquicardia supraventricular (droga de primera elección).

Dosis EV: 0,1 mg/kg (dosis inicial máxima: 6 mg) en bolo, seguido inmediatamente de 2-5 mL de solución fisiológica. Mientras se realiza el registro electrocardiográfico la dosis de adenosina cargada en una jeringa se conecta a una llave de tres vías. Una segunda jeringa con solución fisiológica conectada a la misma llave se utilizará para lavar rápidamente la adenosina una vez infundida. La administración se debe realizar por el acceso vascular más cercano al corazón debido a que el fármaco actúa a nivel del nódulo AV y en segundos se inactiva; por ello se prefieren los accesos de los miembros superiores a los inferiores. Dosis siguientes: 0,2 mg/kg (dosis máxima 12 mg)  
Presentación: ampollas de 2 mL (1 mL = 3 mg).

### Glucosa

En los niños pequeños la hipoglucemia es un problema potencial, ya que tienen altos requerimientos de glucosa y reservas disminuidas de glucógeno. En todo paciente grave es necesario llevar a cabo controles de la glucosa sérica; se deberán utilizar pruebas rápidas durante y después del PCR y tratar tempranamente la hipoglucemia.

Indicaciones de glucosa: hipoglucemia documentada o con alta sospecha.

Dosis EV o IO: 0,5 a 1 g/kg de glucosa. Cálculo práctico según la concentración de dextrosa: dextrosa al 50%, 1-2 mL/kg; al 25%, 2-4 mL/kg; al 10%, 5-10 mL/kg; al 5%, 10-20 mL/kg.

### Amiodarona

La amiodarona es un antiarrítmico clase III que disminuye la velocidad de conducción del nódulo AV y produce prolongación del intervalo QT.

Indicaciones de la amiodarona:

Taquicardia auricular ectópica y de la unión.

Taquicardia supraventricular.

Taquicardia y fibrilación ventricular.

Dosis:

EV o IO en FV/ TV sin pulso: 5 mg/kg en bolo. Se puede repetir el bolo de 5 mg/kg hasta una dosis total de 15 mg/kg/día (dosis máxima 300 mg).

EV o IO en TV/TSV con pulso: la dosis de carga

es de 5 mg/kg (dosis máxima 300 mg) a pasar en 20-60 minutos; se puede repetir la dosis de 5 mg/kg hasta una dosis total de 15 mg/kg/día. El efecto adverso más frecuente es la hipotensión arterial.

Presentación: ampollas de 3 mL (1 mL = 50 mg).

### Alteraciones del ritmo cardíaco

El monitoreo electrocardiográfico de todo paciente críticamente enfermo debe realizarse en forma continua aunque los eventos cardíacos primarios son inusuales en la edad pediátrica. Las arritmias en los niños son frecuentemente la consecuencia de hipoxemia, acidosis e hipotensión.

La ausencia de pulso se asocia con asistolia, FV, TV sin pulso y actividad eléctrica sin pulso (AESP) (Algoritmo 25.5.2). Los ritmos lentos asociados con inestabilidad cardiovascular son secundarios a hipoxia y acidosis o al bloqueo AV (Algoritmo 25.5.3). Los ritmos rápidos asociados a colapso hemodinámico son la TSV y la TV (Algoritmo 25.5.4).

Muchas arritmias son pasibles de tratamiento eléctrico mediante desfibriladores. Los desfibriladores pueden ser manuales (DEM) o automáticos (DEA). Cuando se usa un desfibrilador manual debe tenerse en cuenta el tamaño de las paletas (pediátricas para niños con peso menor a 10 kg y las de tamaño adulto para niños con peso mayor a 10 kg) y la interfaz entre el electrodo y la pared torácica (gel de electrodos o de desfibrilador y gel de lidocaína; no es apropiado usar gel de ecografía ni paletas desprovistas de interfaz). Una de las paletas del desfibrilador se ubica en el hemitórax superior derecho y la otra en el ápex (hacia la izquierda de la tetilla sobre las costillas inferiores izquierdas), siempre con una distancia mínima de 3 cm entre una paleta y la otra. Otra alternativa es ubicar una paleta anterior ligeramente a la izquierda del esternón y otra posterior, interescapular, sobre la parte superior de la espalda.

Los desfibriladores ofrecen dos tipos de descargas, sincrónicas y asincrónicas. La descarga sincronizada o cardioversión es un tratamiento eléctrico donde se sincroniza la energía con el ECG. La cardioversión se emplea para tratar la TSV y la TV con pulsos, con una dosis inicial en joules (J) de 0,5 a 1 J/kg y luego se repite a 2 J/kg.

La desfibrilación, donde la energía no está sincronizada con el ECG, se utiliza para el manejo de las TV y FV sin pulso y las dosis que se emplean son mayores: 2 J/kg y luego 4 J/kg; en caso de requerirse dosis posteriores deben ser mayores a 4 J/kg, con un máximo de 10 J/kg.

La desfibrilación se debe intentar inmediatamente después de reconocido el ritmo para descarga, realizando RCP hasta que el desfibrilador esté lis-

to para entregar la descarga. Dar una descarga de 2 J/kg e inmediatamente realizar RCP comenzando con las compresiones torácicas. Luego de 2 minutos se chequea el ritmo. Si persiste un ritmo que requiere descarga se dará una descarga de 4 J/kg y se iniciarán las compresiones inmediatamente. Se administra adrenalina mientras se carga el desfibrilador o luego de la descarga. Luego de 2 minutos de RCP se rechequea el ritmo. Si persiste un ritmo que requiere descarga se dará otra mayor a 4 J/kg con un máximo de 10 J/kg y se administrará amiodarona mientras se realiza RCP por 2 minutos.

Los DEA detectan ritmos que requieren shock eléctrico: FV/TV. Cuando se usa en niños se debe utilizar un DEA equipado con sistema de atenuación pediátrico, el cual disminuye la energía entregada a las dosis apropiadas para niños. Si no se cuenta con un DEA equipado con atenuador pediátrico se puede usar un DEA estándar. En los lactantes se prefiere el uso de un desfibrilador manual en lugar de un DEA, pero si no se dispone de un desfibrilador manual se puede utilizar un DEA.

### **Fluidos en reanimación cardiopulmonar**

La hipovolemia es la causa más común de shock en la edad pediátrica. Casi todas las formas de shock exigen considerar la expansión con volumen en el tratamiento inicial. Las expansiones podrán realizarse con cristaloides (Ringer lactato o solución fisiológica) o coloides. La dosis es de 20 mL/kg y el tiempo de 5 a 10 minutos. La rápida restitución de la volemia en un paciente en shock es importante para prevenir la progresión al shock refractario o paro cardíaco. El reemplazo de sangre se indicará en hemorragia aguda grave que persiste con signos de shock a pesar de tres bolos de solución cristaloides.

En el paciente en paro con antecedente de traumatismo (maltrato infantil, hemorragias internas, etc.) sin respuesta a una correcta oxige-

nación, ventilación, masaje cardíaco y adrenalina, puede considerarse la administración de 20 mL/kg de solución cristaloides en bolo.

### **Consideraciones finales**

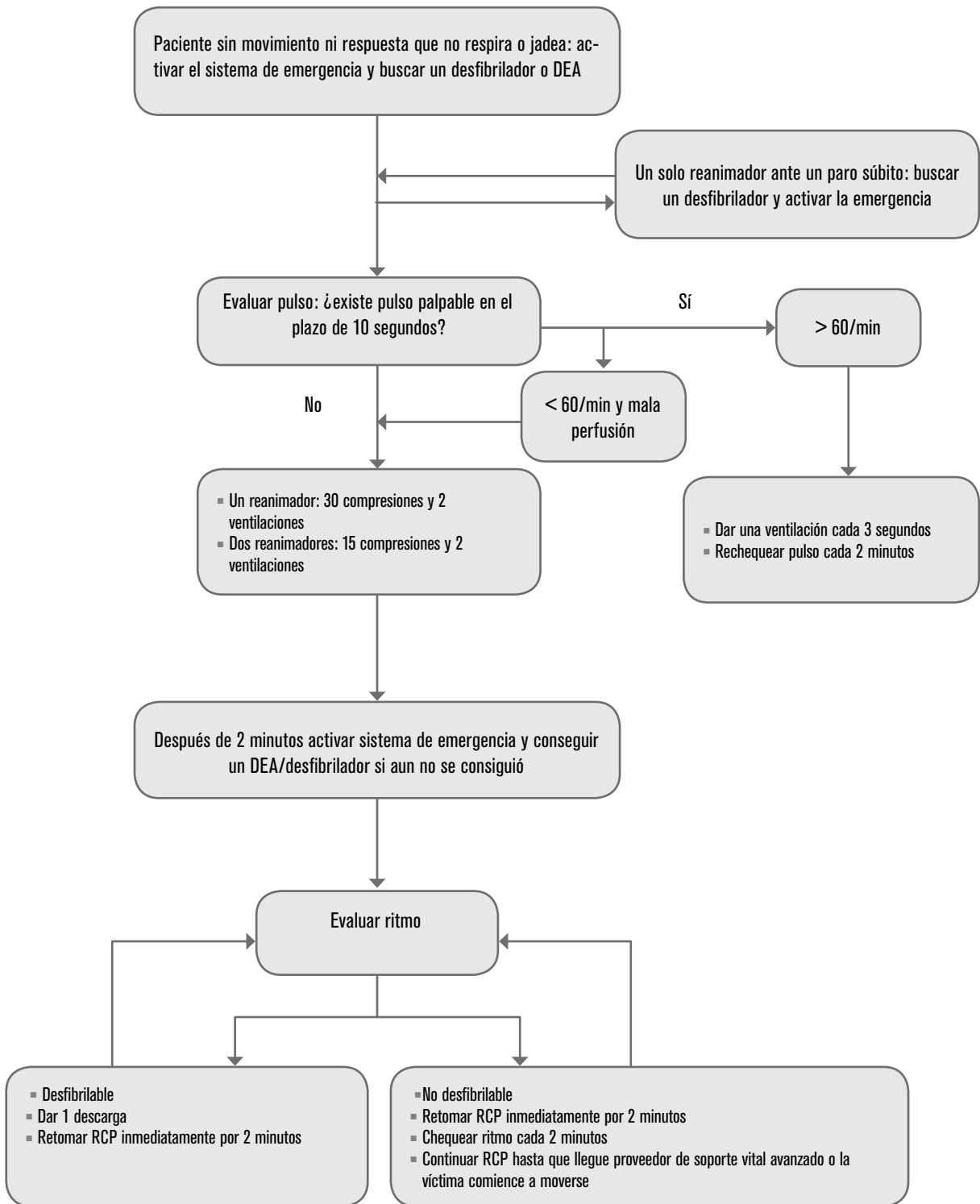
Después de la recuperación de la circulación espontánea en un PCR, los objetivos del tratamiento posterior a la reanimación son: preservar la función cerebral y evitar una lesión orgánica secundaria, diagnosticar y tratar la causa de la enfermedad, y permitir que el paciente se transporte al área de cuidados definitivos en un estado fisiológico óptimo.

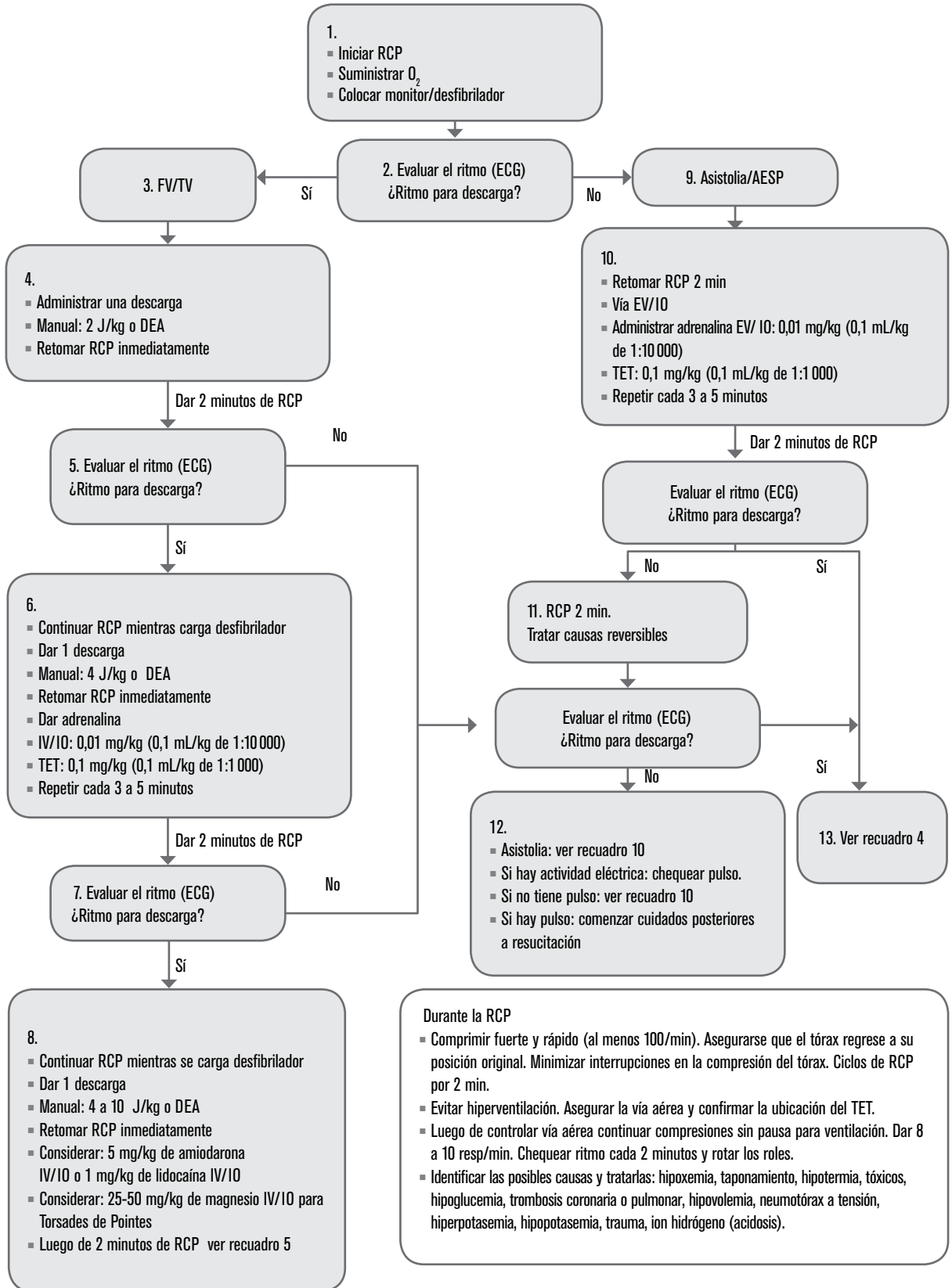
Una de las medidas que permiten preservar la función cerebral es mantener la normocapnia, evitando la hiperventilación. Con el mismo sentido es importante evitar la hipoglucemia, dado que la asociación de la hipoglucemia con hipoxia e isquemia empeora notablemente el pronóstico neurológico. La hipotermia puede ser beneficiosa para la lesión cerebral; después de la resucitación, una temperatura de 32° a 34° C durante 12 a 24 horas puede ayudar a la recuperación de la función cerebral.

Una vez restaurada la circulación es razonable titular el oxígeno inspirado para limitar la hiperoxia. Es conveniente titular el oxígeno para mantener la saturación de hemoglobina en un nivel entre 94 y 99%, evitando saturaciones de 100%. El control de la hipertermia, las convulsiones y las alteraciones metabólicas son medidas que contribuyen a evitar la lesión neurológica secundaria.

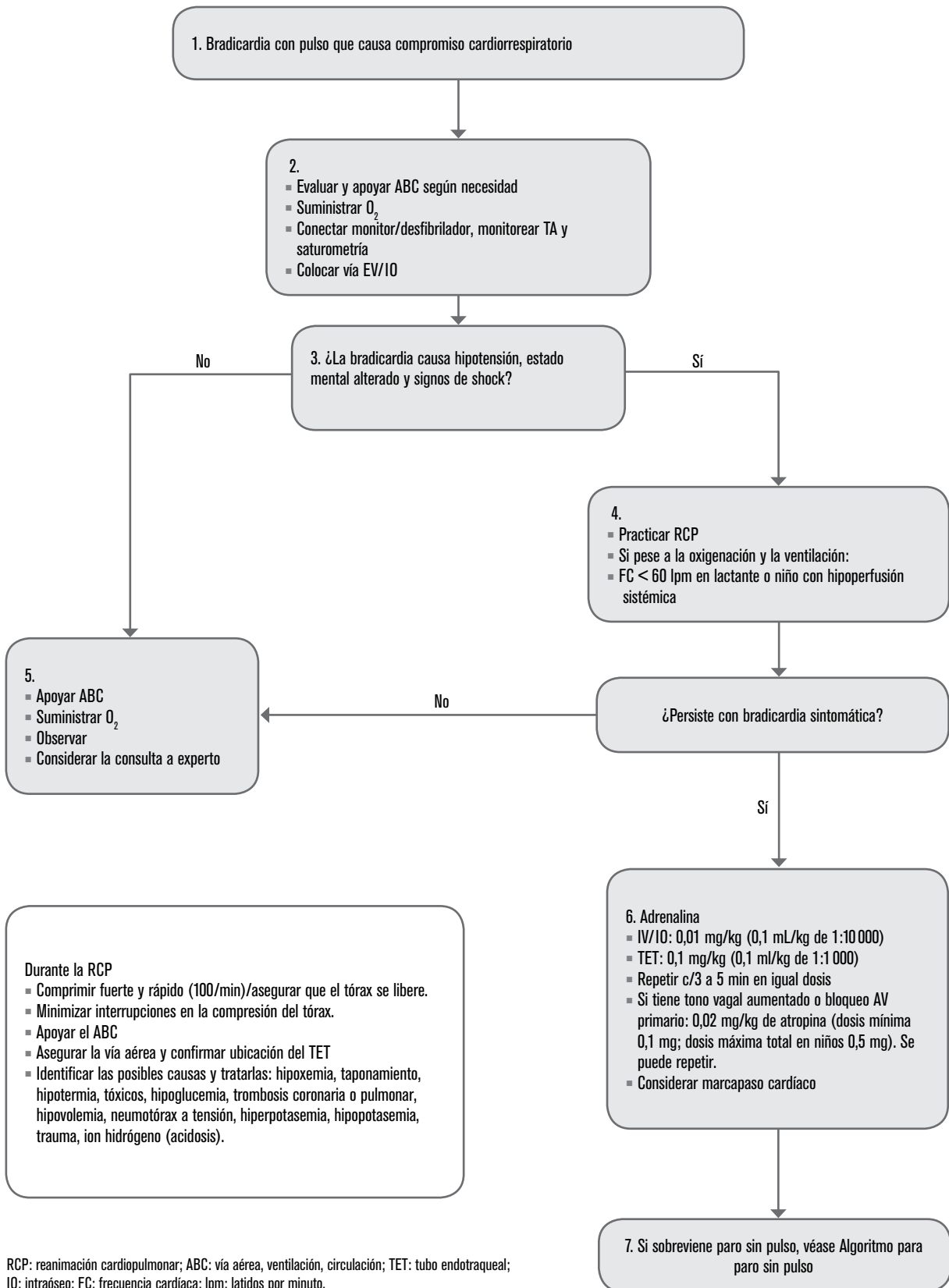
Otra consecuencia asociada al PCR es la disfunción miocárdica que debe tratarse con drogas vasoactivas a través de una vía EV segura.

Es necesaria una frecuente reevaluación, dado que el estado cardiorrespiratorio puede deteriorarse, el paciente debe controlarse en el área de cuidados intensivos para diagnóstico y tratamiento de la disfunción orgánica y disminuir así la morbilidad y mortalidad posterior.





AESP: actividad eléctrica sin pulso; RCP: reanimación cardiopulmonar; DEA: desfibrilador automático; TET: tubo endotraqueal; FV/TV: fibrilación ventricular/taquicardia ventricular.

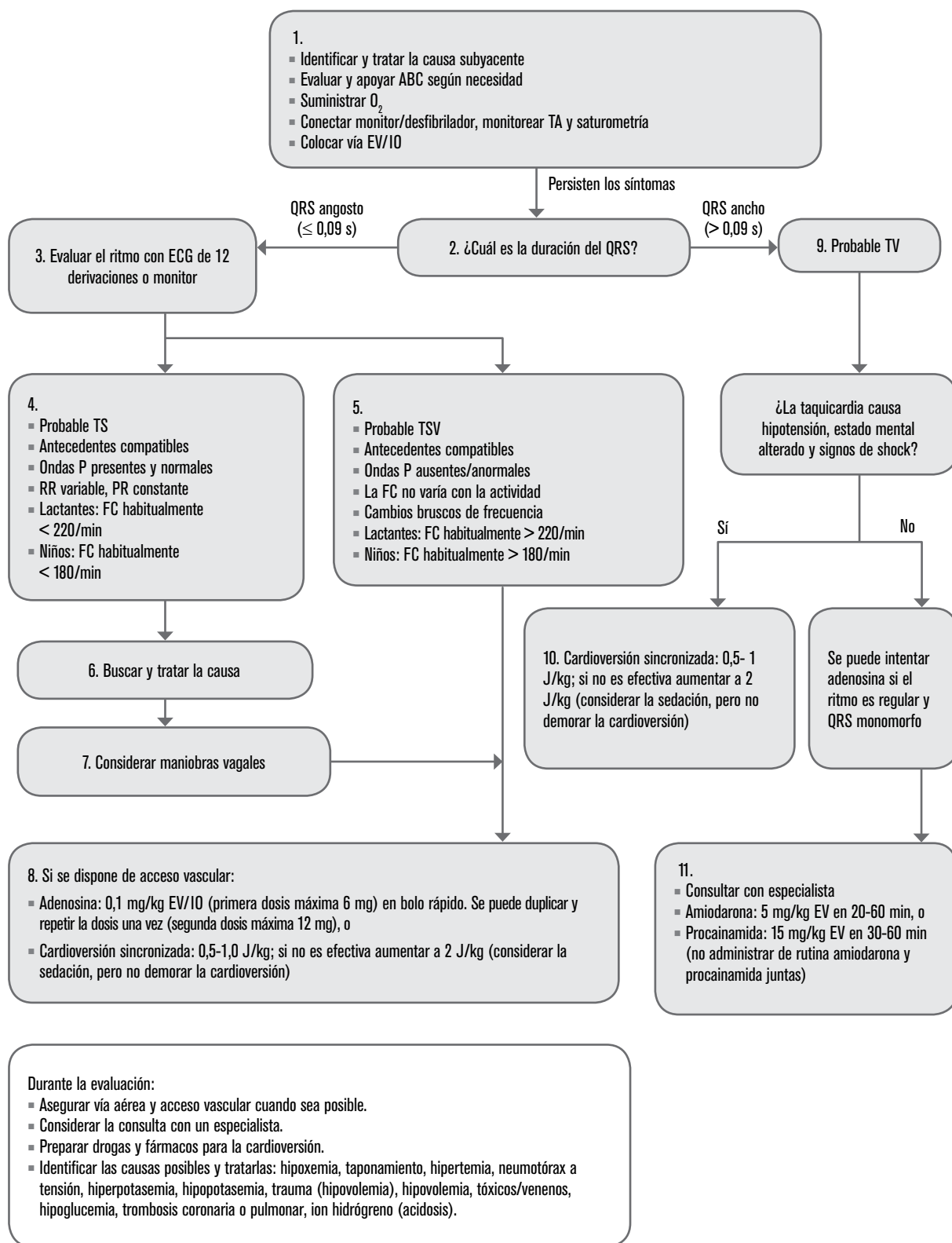


**Durante la RCP**

- Comprimir fuerte y rápido (100/min)/asegurar que el tórax se libere.
- Minimizar interrupciones en la compresión del tórax.
- Apoyar el ABC
- Asegurar la vía aérea y confirmar ubicación del TET
- Identificar las posibles causas y tratarlas: hipoxemia, taponamiento, hipotermia, tóxicos, hipoglucemia, trombosis coronaria o pulmonar, hipovolemia, neumotórax a tensión, hiperpotasemia, hipopotasemia, trauma, ion hidrógeno (acidosis).

RCP: reanimación cardiopulmonar; ABC: vía aérea, ventilación, circulación; TET: tubo endotraqueal; IO: intraóseo; FC: frecuencia cardíaca; lpm: latidos por minuto.





**Durante la evaluación:**

- Asegurar vía aérea y acceso vascular cuando sea posible.
- Considerar la consulta con un especialista.
- Preparar drogas y fármacos para la cardioversión.
- Identificar las causas posibles y tratarlas: hipoxemia, taponamiento, hipertemia, neumotórax a tensión, hiperpotasemia, hipopotasemia, trauma (hipovolemia), hipovolemia, tóxicos/venenos, hipoglucemia, trombosis coronaria o pulmonar, ion hidrógeno (acidosis).

ABC: vía aérea, ventilación, circulación ; TV: taquicardia ventricular; TS: taquicardia sinusal; FC: frecuencia cardíaca; lpm: latidos por minuto; TSV: taquicardia supraventricular.

## Bibliografía

- Berg MD, Schexnayder SM, Chameides L, et al. Part 13: pediatric basic life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010; 122(3): 862-75.
- Berg RA, Samson RA, Berg MD, et al. Better outcome after pediatric defibrillation dosage than adult dosage in a swine model of pediatric ventricular fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 786-9.
- Dorph E, Wik L, Steen PA. Effectiveness of ventilation compression ratios 1:5 and 2:15 in simulated single rescuer paediatric resuscitation. *Resuscitation* 2002; 54: 259-64.
- Ewy G.A., Zuercher M., Hilwig R.W., et al: Improved neurological outcome with continuous chest compressions compared with 30:2 compressions-to-ventilations cardiopulmonary resuscitation in a realistic swine model of out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007; 116(22): 2525-30.
- Field JM, Hazinski MF, Sayre MR, et al. Part 1: executive summary: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010; 122(3): 640-56.
- Kern KB, Hilwig RW, Ewy GA. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 2002; 105: 645-9.
- Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, et al. Part 14: pediatric advanced life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010; 122(3): 876-908.
- Libro de bolsillo de atención cardiovascular de emergencia para profesionales de la salud de 2010. Dallas: *American Heart Association*, 2010.
- Nadkarni VM, Larkin GL, Peberdy MA, et al. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. *Jama* 2006; 295(1): 50-7.
- Nolan JP, Hazinski MF, Billi JE, et al. Part 1: executive summary: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2010; 81: 1-25.
- Perondi M, Reis A, Paiva E, Nadkarni V, Berg RA. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004; 350: 1722-30.
- Sociedad Argentina de Pediatría, Comité Nacional de Terapia Intensiva y Programa de Emergencia y Reanimación Avanzada (ERA). II Consenso de reanimación cardiopulmonar pediátrica 2006. *Arch Argent Pediatr* 2006; 104: 461-9 y 543-53.