

A. Carrillo Alvarez, M. Angel Delgado Domínguez, J. López-Herce Cid y Grupo Español de Reanimación Cardiopulmonar Pediátrica y Neonatal

An Esp Pediatr 1999;51:551-564.

1. Concepto

La reanimación cardiopulmonar (RCP) avanzada comprende el conjunto de medidas que deben aplicarse para el tratamiento definitivo de la parada cardiorrespiratoria (PCR), es decir, hasta el restablecimiento de las funciones respiratoria y cardíaca. Para ello, se precisan medios técnicos adecuados (equipamiento), y debe ser efectuada por personal con formación específica en estas técnicas. La RCP básica eficaz es un requisito previo para que tenga éxito la RCP avanzada⁽¹⁻⁴⁾.

2. Pasos de la reanimación cardiopulmonar avanzada

1. Optimización de la vía aérea y ventilación.
2. Accesos vasculares, fármacos y líquidos.
3. Diagnóstico y tratamiento de las arritmias.

Estos pasos deben realizarse, si es posible, de forma simultánea. Mientras tanto, es fundamental mantener siempre la optimización de la RCP básica.

3. Vía aérea y ventilación

a) Control de la vía aérea

Asegurar una vía aérea permeable y una ventilación eficaz es vital en la RCP avanzada, particularmente en niños, en los que la principal causa de PCR son las enfermedades respiratorias.

Recomendaciones de reanimación cardiopulmonar básica, avanzada y neonatal (III) Reanimación cardiopulmonar avanzada en pediatría

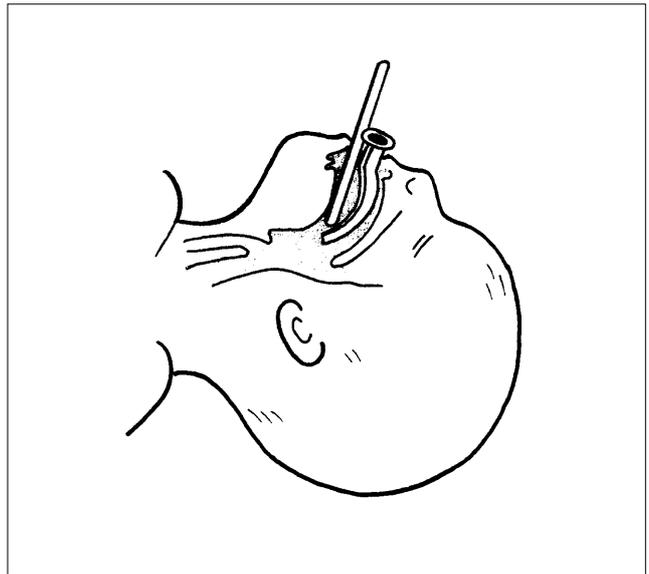


Figura 1. Colocación de la cánula orofaríngea en el lactante.

Miembro de la Sociedad de Cuidados Intensivos Pediátricos, Sociedad de Medicina Intensiva Crítica y Unidades Coronarias, Sociedad de Neonatología y Sociedad de Urgencias Pediátricas

Miembros del Grupo Español de RCP Pediátrica y Neonatal (por orden alfabético)

Elena Burón Martínez (Sección de Neonatología, Hospital Clínico Universitario, Valladolid), Custodio Calvo Macías (Servicio de Críticos y Urgencias, Hospital Materno Infantil, Málaga), Angel Carrillo Alvarez (Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital G.U. Gregorio Marañón, Madrid), Miguel Angel Delgado Domínguez (Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital La Paz, Madrid), Pedro Dominguez Sampedro (Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital Valle de Hebrón, Barcelona), Luis García-Castrillo Riesgo (Coordinación de Urgencias, Hospital Marqués de Valdecilla, Santander), Jesús López-Herce Cid (Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital G.U. Gregorio Marañón, Madrid), Ignacio Manrique (Servicio de Urgencias Pediátricas, Hospital 9 de Octubre, Valencia), Luis Paisán (Sección de Neonatología, Hospital Nª Sra de Aránzazu, San Sebastián), Antonio Rodríguez Nuñez (Servicio de Críticos y Urgencias, Hospital General de Galicia, Santiago de Compostela), Constantino Tormo Calandín (Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Arnaú de Vilanova, Valencia).

Correspondencia: Jesús López-Herce. Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital G.U. Gregorio Marañón. Dr. Castelo 49. 28009 Madrid

La mejor técnica para el control y apertura de la vía aérea es su aislamiento mediante la intubación endotraqueal, que debe practicarse tan pronto como sea posible. Sin embargo, la intubación endotraqueal precisa de un tiempo para preparar el equipo necesario.

En la tabla I se expone el material preciso para optimizar la apertura de la vía aérea y la ventilación en las diferentes edades pediátricas.

Para optimizar la apertura de la vía aérea se procederá como sigue:

1º.- Mantener la posición de apertura de la vía aérea, iniciada en la RCP básica.

2º.- Introducción de una cánula orofaríngea^(1,2). Permite desplazar hacia delante la parte posterior de la lengua, pudiendo abandonar la tracción del mentón. Debe utilizarse la de tamaño adecuado, ya que si se emplea una demasiado grande o se coloca incorrectamente puede desplazar la lengua hacia atrás y obstruir la vía aérea, y si es corta no se consigue abrir la vía aérea. Para calcular el tamaño adecuado, situaremos la cánula al lado de la cara y elegiremos aquella cuya longitud sea igual a la distancia entre los incisivos centrales superiores y el ángulo de la

Tabla I Material para optimización de la vía aérea y ventilación

Edad	Prematuro	RN y <6 meses	<6 meses <1 año	1-2 años	2-5 años	5-8 años	>8 años
Cánula orofaríngea	00	0	1	2	3	4	4-5
Mascarilla facial	Redonda Modelo prematuros	Redonda Modelo recién nacido	Triangular - redonda Modelo lactantes	Triangular Modelo niños	Triangular Modelo niños	Triangular Modelo niños	Triangular Modelo adulto pequeño
Bolsa autoinflable	250 ml	500 ml	500 ml	500 ml	1.600-2.000 ml	1.600-2.000 ml	1600-2000 ml
Tubo endotraqueal (cm aproximados a introducir por boca)	<1,5 kg : 2,5 >1,5 kg : 3	>2,5 kg: 3,5	4	4-4,5	4+(edad/4) (años)	4+(edad/4) (años)	4+(edad/4) (años)
Laringoscopio	Pala recta n° 0	Pala recta o curva n° 1	Pala recta o curva n° 1	Pala curva n° 1-2	Pala curva n° 2	Pala curva n° 2-3	Pala curva n° 2-3
Pinza Magill	Pequeña	Pequeña	Pequeña	Pequeña o mediana	Mediana	Mediana o grande	Grande
Sonda aspiración traqueal	6	6-8	8-10	8-10	10-12	12-14	12-14

mandíbula. Es conveniente su utilización cuando se ventila con mascarilla facial, pero no se debe usar en pacientes conscientes ya que puede provocar vómitos, con riesgo de aspiración, o inducir laringoespasma.

La técnica de introducción en niños es igual que en el adulto; es decir, se introduce con la concavidad hacia arriba hasta que la punta llegue hasta el paladar blando en cuyo momento se rota 180° y se desliza detrás de la lengua. En los lactantes se introduce con la convexidad hacia arriba ayudándonos de un depresor o de la pala del laringoscopio para deprimir la lengua (Fig. 1).

3°.- Aspiración de secreciones de la boca, faringe y tráquea. Se emplearán sondas adecuadas para la edad de cada niño (Tabla I). En niños pequeños la presión del sistema de aspiración no supera los 80-120 mmHg.

4°.- La intubación endotraqueal constituye el método más eficaz para establecer y mantener con seguridad la apertura de la vía aérea⁽¹⁻⁴⁾. Sin embargo, antes de proceder a la intubación debe efectuarse la ventilación con bolsa autoinflable y mascarilla, para oxigenar adecuadamente al paciente (véase más adelante el paso de optimización de la ventilación).

La intubación se puede realizar por vía orotraqueal o nasotraqueal. En general, es más rápida la intubación orotraqueal por lo que esta técnica es la indicada durante la RCP, en la que el tiempo es fundamental.

Además de ser el método más eficaz de apertura de la vía aérea, la intubación endotraqueal garantiza una ventilación y un aporte de oxígeno adecuados, previene la distensión gástrica y la aspiración pulmonar, facilita la aspiración de secreciones de la vía aérea, permite administrar algunos de los fármacos empleados en la RCP mientras se consigue una vía venosa, facilita la sincronización entre la ventilación y el masaje cardíaco y permite aplicar presión positiva al final de la espiración (PEEP) en caso de que sea necesario.

Existen una serie de diferencias anatómicas en la vía aérea del niño con respecto al adulto que hay que tener presentes para facilitar la intubación: la lengua es relativamente mayor; la laringe es más estrecha, corta, anterior, y está situada más alta, y su ángulo con respecto a la lengua es más agudo; la epiglotis es proporcionalmente más larga y en forma de omega. Por estas razones, se recomienda la utilización del laringoscopio con pala recta en recién nacidos y lactantes pequeños. Por otra parte,

Tabla II Tamaño de la mascarilla laríngea según el peso del paciente

Peso (kg)	Tamaño	Volumen máximo de hinchado (ml)
< 5	1	4
5 - 10	1,5	7
10 - 20	2	10
20 - 30	2,5	15
30 - 70	3	20
> 70	4	30
> 90	5	40

el calibre de la tráquea de los niños es más pequeño, presentando los menores de 8 años el mayor estrechamiento a nivel del cartílago cricoides, mientras que en los mayores de esa edad y en los adultos la zona más estrecha se encuentra a nivel de las cuerdas vocales. Por ello, en los lactantes y niños menores de 8 años es aconsejable utilizar tubos endotraqueales sin balón para minimizar la lesión del cartílago cricoides.

Para elegir el tamaño adecuado del tubo endotraqueal existen diferentes métodos. El diámetro interno del tubo endotraqueal es aproximadamente igual al dedo meñique del paciente pediátrico. Sin embargo, estimar el tamaño del tubo por este método puede resultar difícil. En los recién nacidos a término y lactantes menores de 6 meses se recomienda emplear un tubo de 3,5 mm, mientras que en los comprendidos entre 6 meses y 1 año un tubo de 4 mm. Para los niños mayores de 1 año se puede utilizar la siguiente fórmula: Calibre del tubo endotraqueal (diámetro interno) = $4 + (\text{edad años} / 4)$.

Cualquiera que sea el método empleado, siempre se deben tener preparados un tubo de tamaño superior y otro inferior por si fueran necesarios.

Se debe elegir la pala del laringoscopio de tamaño adecuado a la edad del paciente y comprobar el correcto funcionamiento de la fuente de luz.

La técnica de intubación se efectuará como sigue:

a) Posición alineada del paciente y con la cabeza en hiperextensión moderada, tanto menos hiperextendida cuanto más pequeño es el niño; así, en el RN la cabeza debe colocarse en posición neutra o de "olfateo", y por debajo de los 2 años no es precisa la extensión del cuello para intubación oral, ya que la laringe está situada más anteriormente que en el adulto, y la extensión del cuello desplazaría la laringe más adelante, haciendo más difícil la intubación. Si existe sospecha de traumatismo, la columna cervical debe ser inmovilizada durante la intubación.

b) Apertura de la boca (con los dedos pulgar e índice de la mano derecha) e introducción de la pala del laringoscopio por el lado derecho de la boca, desplazando la lengua hacia la izquierda.

c) Avanzar la hoja del laringoscopio hasta la vallécula, en caso de usar la pala curva, o hasta deprimir ("calzar") la epiglótis, si se utiliza la pala recta (Fig. 2).

d) Traccionar verticalmente del mango del laringoscopio. En algunos casos puede ser útil deprimir desde fuera la tráquea.

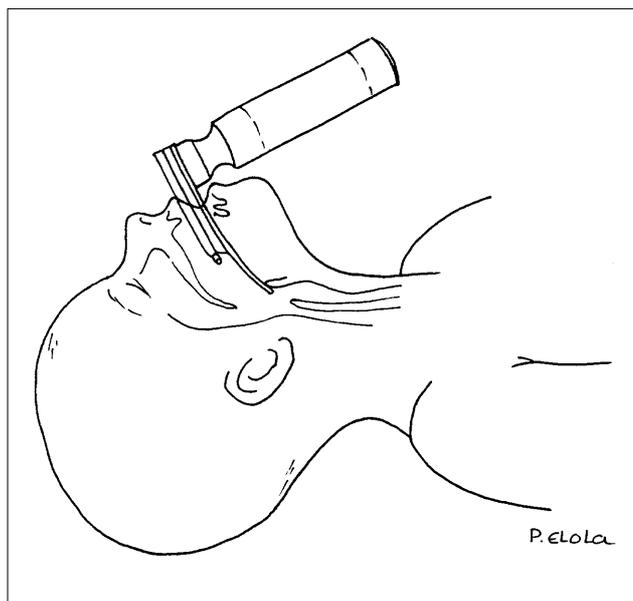


Figura 2. Técnica de intubación en el lactante.

e) Introducir el tubo endotraqueal con la mano derecha por la comisura labial derecha, hasta pasar las cuerdas vocales 1-2 cm. La intubación debe intentarse únicamente si la glotis se visualiza completamente, en caso contrario es muy probable que el tubo se desplace al esófago, produciéndose una situación de hipoxia. En caso de intubación orotraqueal difícil, podemos utilizar un fiador semirrígido que, colocado dentro de la luz del tubo le dé mayor consistencia, facilitando su introducción a través de las cuerdas vocales. La punta del fiador no debe sobrepasar el extremo distal del tubo para evitar que pueda lesionar la laringe o la tráquea.

f) Una vez que el paciente está intubado, debe fijarse el tubo para evitar su desplazamiento. Antes debe comprobarse que su posición sea correcta: ambos hemitórax deben desplazarse simétricamente durante la ventilación con presión positiva y la auscultación de los dos pulmones debe ser adecuada.

Las maniobras de reanimación no deben interrumpirse más de 30 segundos mientras se efectúa la intubación. Si no se consigue en ese tiempo, se retirará el tubo endotraqueal, colocando de nuevo la cánula orofaríngea, y se ventilará otra vez con bolsa y mascarilla facial hasta oxigenar adecuadamente al paciente, antes de realizar un nuevo intento de intubación.

5º.- La mascarilla laríngea^(5,6) puede ser de utilidad en la RCP, pero siempre como una alternativa a la intubación endotraqueal. Está indicada en casos de dificultad de intubación como consecuencia de traumatismos cervicales o faciales, quemaduras en la cara o anomalías anatómicas, o cuando el reanimador no tiene experiencia en la intubación endotraqueal. Sus ventajas fundamentales son el fácil aprendizaje y la rapidez de colocación. Sus desventajas son que no consigue un completo aislamiento de la vía aérea (riesgo de aspiración pulmonar si se produce un

vómito) y que es difícil ventilar cuando se requieren presiones elevadas en la vía aérea.

La técnica de inserción es como sigue:

a) Preparar la mascarilla: Elegir el tamaño adecuado (Tabla II). Comprobar el manguito (hinchar y deshinchar). Lubrificar sólo la parte posterior (sin hendiduras) del manguito. Deshinchar la mascarilla apoyando su cara anterior sobre una superficie plana, para evitar que se formen pliegues.

b) Colocar al niño en posición de olfateo igual que para la intubación y abrirle bien la boca.

c) Introducir la mascarilla laríngea deshinchada con la apertura en la parte anterior, aplicando la punta de la misma contra el paladar y usando el dedo índice para guiar el tubo hacia la parte posterior de la faringe.

d) Avanzar hasta que se note una resistencia (señal de haber alcanzado el esfínter esofágico superior) y entonces empujar firmemente con la palma de la mano el conector.

e) Insuflar el manguito (la mascarilla se desplazará ligeramente hacia fuera) y comprobar que la línea negra que tiene el tubo en su cara posterior coincide con la mitad del paladar (esto asegura que la mascarilla está centrada).

6°.- La cricotiroidotomía de urgencia se empleará únicamente en los casos en que sea imposible intubar al paciente (cuerpos extraños en la glotis, traumatismo severo de la cara, etc.). Se puede realizar con un equipo de cricotiroidotomía (con método de Seldinger o punción con cánula a través de una aguja), o si no se dispone de él con un angiocatéter del número 14 al que se le adaptará una conexión de un tubo endotraqueal del número 3.

La técnica de realización es:

1° Colocar al niño con la cabeza en hiperextensión.

2° Localizar la membrana cricotiroidoidea y puncionar en su parte central desde la cabecera del paciente con una inclinación hacia debajo de 45° en dirección caudal, con la cánula conectada a una jeringa con suero.

3° Cuando se aspire aire, introducir la cánula y retirar la aguja.

4° Conectar, ventilar con bolsa y comprobar la entrada de aire.

La cricotiroidotomía sólo debe realizarse como última alternativa, ya que si el reanimador no tiene suficiente experiencia el riesgo de complicaciones es muy elevado (hemorragia, perforación traqueal, colocación incorrecta).

b) Ventilación

El objetivo de la RCP avanzada en este paso es optimizar la ventilación, ya iniciada durante la RCP básica, mediante el aporte de oxígeno y la utilización de medios técnicos adecuados.

Antes de intubar al niño debemos ventilarle con resucitador manual acoplado a una mascarilla facial y oxígeno a la mayor concentración posible.

Durante la parada cardíaca diversos factores contribuyen a una progresiva hipoxemia e hipoxia tisular. En el mejor de los casos, la ventilación con aire espirado proporciona una concentración del 16-17% de oxígeno, con una presión alveolar máxima de oxígeno de 80 mmHg. Como además el masaje cardí-

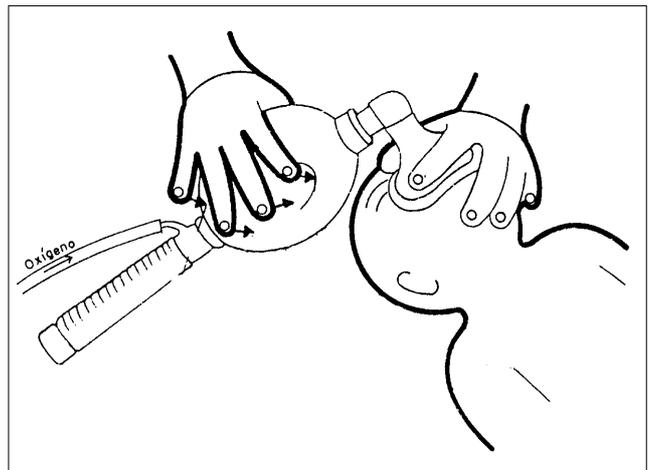


Figura 3. Ventilación con mascarilla facial.

co externo sólo proporciona una parte del gasto cardíaco normal (20%), el aporte de oxígeno está marcadamente disminuido. Por otra parte, durante la PCR se produce un gran aumento del cortocircuito intrapulmonar, debido a la existencia de alteraciones en la relación ventilación/perfusión. Por todo ello, se recomienda utilizar inicialmente durante la RCP oxígeno a concentraciones elevadas.

Los resucitadores manuales constan, de forma simplificada, de una bolsa autoinflable y de una válvula que impide la reinspiración del aire espirado. Los hay de diferentes tamaños y hay que elegir el más apropiado según la edad niño. En líneas generales, existen 3 tamaños diferentes: modelo de lactante con una capacidad de 250 ml; modelo infantil con una capacidad de más de 450 ml; y modelo de adulto con una capacidad de 1.600-2.000 ml. En la RCP pediátrica se utilizarán únicamente los modelos infantil y adulto, empleándose uno u otro según la edad del paciente (tabla I), reservándose el modelo de lactante sólo para neonatos prematuros. Los resucitadores empleados en la RCP no deben tener válvula de sobrepresión. Si la tienen debe ser anulada, ya que la presión requerida durante la RCP puede exceder la presión limitada por la válvula y proporcionar volúmenes insuficientes, especialmente durante la ventilación con mascarilla. Los resucitadores manuales deben disponer de bolsa o tubo reservorio en la parte posterior. En este caso, si se conecta con un flujo de oxígeno de unos 15 litros/minuto se puede alcanzar una concentración de oxígeno superior al 90%.

Las mascarillas faciales varían de tamaño y forma según la edad. La mascarilla correcta para un niño es aquella que proporciona un sellado hermético en la cara y abarca desde el puente de la nariz hasta la hendidura de la barbilla, cubriendo la nariz y la boca, sin comprimir los ojos. Debe disponer de un manguito con cámara de aire, para conseguir un contacto más estrecho con la cara y evitar que se produzcan fugas durante la ventilación. En menores de 6 meses pueden ser utilizadas indistintamente mascarillas redondas o triangulares, mientras que en los mayores

de esa edad deben ser siempre triangulares. Las mascarillas deben ser transparentes, con el fin de poder observar el color de los labios y si se produce regurgitación del contenido gástrico.

Técnica de ventilación con bolsa y mascarilla⁽¹⁾:

a) Posición adecuada de la cabeza. El grado de hiperextensión será variable, con un mayor grado de hiperextensión cuanto mayor sea el niño. En lactantes se mantendrá una posición neutra, evitando la hiperextensión.

b) Colocación de una cánula orofaríngea.

c) Elección y colocación de la mascarilla, que debe quedar bien ajustada.

d) En los niños pequeños se colocarán los dedos 4º y 5º detrás del ángulo de la mandíbula, mientras que el 3º se coloca debajo del mentón, desplazando hacia arriba y adelante el maxilar inferior. El pulgar y el índice se colocarán respectivamente sobre las zonas nasal y mentoniana de la mascarilla, próximos a la conexión con el resucitador (Fig. 3).

e) La distensión gástrica puede ser minimizada mediante la aplicación de presión en el anillo cricoides (maniobra de Sellick), aunque hay que tener en cuenta que, en lactantes, una excesiva compresión del cricoides puede colapsar la vía aérea.

f) Las compresiones de la bolsa serán ajustadas para suministrar un volumen que permita una movilización adecuada del tórax.

g) La frecuencia respiratoria variará con la edad:

30-40 respiraciones por minuto en RN

20-25 respiraciones por minuto en lactantes

15-20 respiraciones por minuto en niños mayores

La figura 4 resume el algoritmo de manejo de la vía aérea en la reanimación cardiopulmonar avanzada.

4. Soporte circulatorio

La comprobación del pulso y el masaje cardíaco externo se realizarán según se ha descrito en la RCP básica. La relación masaje cardíaco/ventilación será igual que en la RCP básica (5/1), realizándose preferentemente de forma sincronizada. Para garantizar la eficacia del masaje es imprescindible que el paciente descanse sobre un plano indeformable, por lo que es preciso utilizar un tablero dorsal cuando la parada cardíaca se presenta en un enfermo que se encuentra en una cama. Este tablero debe abarcar desde los hombros hasta la cintura del paciente y todo el ancho de la cama.

No está indicada en niños la utilización del cardiocompresor mecánico o de la compresión y descompresión activas (ACD), ya que no existen tamaños adecuados y pueden producir graves complicaciones. El masaje cardíaco interno (tórax abierto) sólo se utilizará en casos excepcionales y muy concretos, como en el caso de pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca y en áreas específicas, como el quirófano y las UCIP. La utilización de otras técnicas asociadas al masaje cardíaco externo como la compresión abdominal continua, la contrapulsación abdominal o el pantalón antishock no han sido suficientemente contrastadas en el campo pediátrico. Por tanto, su uso en niños no está recomendado en el

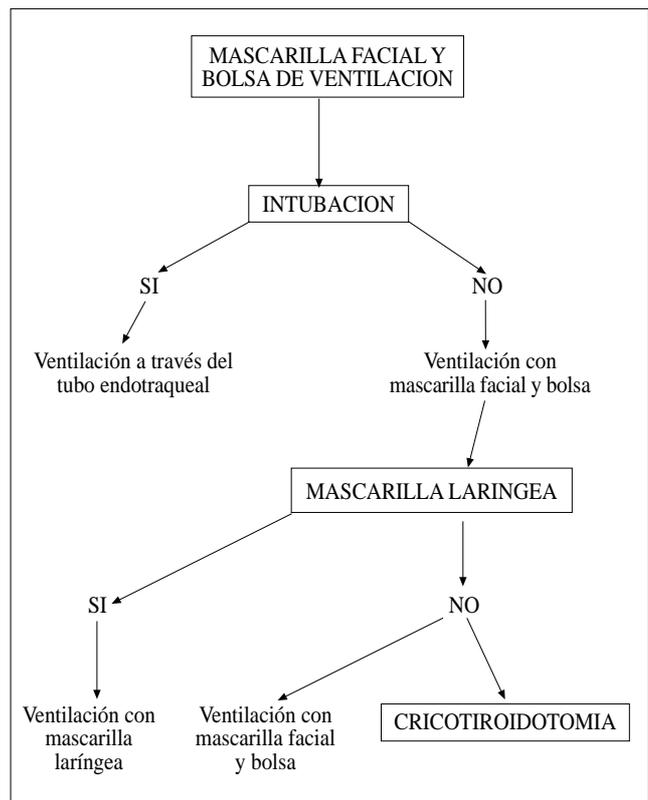


Figura 4. Algoritmo de la vía aérea en la RCP avanzada.

momento actual.

El control de la eficacia de las maniobras se hará como en la RCP básica más la utilización de otros medios técnicos como:

- Tensión arterial por oscilometría (o intravascular si el paciente tenía canalizada una arteria al surgir la parada).
- Pulsioximetría para determinar la saturación transcutánea de oxígeno, aunque su valor puede estar muy limitado en las situaciones de *shock*.

5. Vías de infusión, fármacos y líquidos en RCP

a) Accesos vasculares

El establecimiento de un acceso vascular es un paso fundamental de la RCP avanzada, ya que es imprescindible para la infusión de los fármacos y líquidos. Sin embargo, en los niños la canalización de una vena puede ser difícil sobre todo en situación de PCR, en la que sus pequeños vasos están colapsados⁽⁷⁾. Dada la necesidad urgente de conseguir un acceso vascular es imprescindible establecer un orden de prioridades que se basa en los siguientes criterios:

1º. La vena seleccionada en primer lugar debe ser la periférica más gruesa, más accesible, con recorrido anatómico constante, más próxima a la circulación central y que su canalización no interfiera con el resto de las maniobras de reanimación. Si tras tres intentos o consumidos 90 segundos no se ha conseguido

do su canalización, debe buscarse una vía alternativa.

2°. Si el paciente está intubado, puede utilizarse el tubo endotraqueal para introducir a su través algunos fármacos útiles en RCP (sobre todo la adrenalina).

3°. Si el niño no está intubado y/o es necesaria la infusión de líquidos, se canalizará una vía intraósea por la que, además, puede perfundirse cualquier fármaco.

4° Si también fracasa la vía intraósea, se recurrirá a la punción percutánea urgente de la vena femoral o a la disección de la vena safena. Durante la RCP inicial no es necesario canalizar una vía central, salvo que no haya sido posible canalizar otra vía o que el reanimador tenga amplia experiencia en su canalización. La canalización de una vena central generalmente se realiza cuando el paciente ya ha recuperado la circulación espontánea.

1°. Canalización de venas periféricas: si bien es cierto que cualquier vena periférica puede ser útil en RCP, deben elegirse en primer lugar las venas de la fosa antecubital (mediana cefálica, mediana basílica, antecubital), ya que las de las extremidades suelen estar más colapsadas, tienen recorridos variables y están más alejadas de la circulación central^(1,2,8). Los catéteres sobre aguja, también conocidos como angiocatéteres, son los dispositivos preferidos para la canalización venosa, ya que tienen las ventajas de ser más estables y de luz más amplia. Existen diferentes calibres (del 26 al 14 Gauges); debiendo elegirse el mayor posible de acuerdo con la edad del paciente, la vena seleccionada y la experiencia de la persona que va a efectuar la punción. Generalmente se recomienda insertarlos con el bisel dirigido hacia arriba; sin embargo, algunos autores sugieren que, en la RCP pediátrica, puede ser más eficaz pinchar con el bisel dirigido hacia abajo para facilitar la canalización de las pequeñas venas colapsadas.

La técnica de canalización de las venas periféricas es como sigue (Fig. 5):

a) Se coloca un compresor por encima del punto donde se va a pinchar.

b) Se fija la vena presionando con el dedo pulgar de la mano que sujeta el brazo del paciente 1 cm por debajo del punto de punción y se pincha la piel que cubre la vena con el angiocatéter conectado a una jeringa cargada con suero fisiológico, con una inclinación de unos 15° sobre el plano frontal.

c) Se profundiza siguiendo la dirección de la vena, ejerciendo, al mismo tiempo, una ligera aspiración con el émbolo de la jeringa, hasta apreciar cómo fluye libremente la sangre. En ese momento, se introduce el angiocatéter unos milímetros más para canalizar la vena.

d) Manteniendo esa posición, se desliza únicamente la cánula en toda su longitud dentro de la luz del vaso. Después de retirar la aguja y la jeringa, se conecta de nuevo esta última a la cánula y se aspira para confirmar que se mantiene dentro de la luz del vaso.

2°. La vía endotraqueal: representa un buen acceso alternativo para la administración de algunos fármacos útiles para la RCP en los pacientes intubados que no disponen de acceso

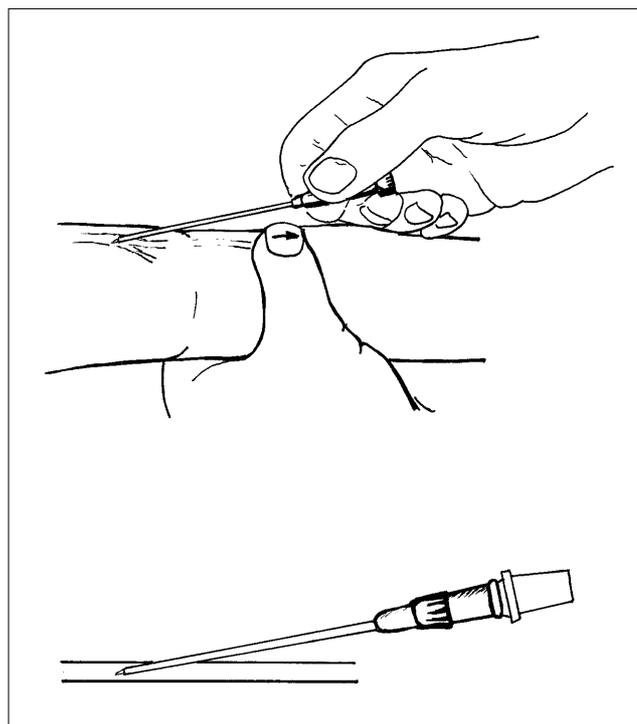


Figura 5. Técnica de canalización intravenosa.

venoso. Su utilización se basa en que: 1°, algunos medicamentos, entre los que se encuentra la adrenalina, son capaces de atravesar los finos endotelios alvéolo-capilares; 2°, la superficie alveolar es muy amplia (desde 2,8 m² en el neonato, hasta 60 m² en el adulto), constituyendo un gran área de distribución; y 3°, los fármacos que atraviesan la membrana alvéolo-capilar entran, a través de las venas pulmonares, en el lado izquierdo de la circulación, justo donde han de ejercer su acción⁽⁹⁾.

La técnica de aplicación es como sigue:

a) Se carga la dosis estimada de fármaco, por ej. adrenalina (0,1 ml/kg de adrenalina al 1/1.000) a la que se añade una cantidad de suero salino proporcional al peso del paciente (aproximadamente 0,5 ml/kg)^(1,2); se mezclan la adrenalina y el suero fisiológico en una jeringa cuya capacidad debe ser muy superior al volumen de dicha mezcla, con el fin de que, al colocarla verticalmente, ambas sustancias se depositen en la parte inferior mientras que en la superior queda una gran cámara de aire.

b) Se introduce el pabellón de la jeringa directamente sobre el tubo endotraqueal (sin la conexión del mismo), empujando energicamente el émbolo para propulsar el contenido lo más lejos posible dentro del tracto traqueobronquial.

c) Se coloca de nuevo la conexión del tubo endotraqueal acoplada a una bolsa autoinflable y se efectúan 5 hiperinsuflaciones para impulsar el medicamento hasta los alvéolos pulmonares.

3° La vía intraósea: es una excelente alternativa cuando, en situación de PCR, no se ha conseguido canalizar una vena peri-

férica en el tiempo establecido. Su utilización se basa en el hecho de que la cavidad medular de los huesos largos está ocupada por una rica red de capilares sinusoides que drenan a un gran seno venoso central, que no se colapsa ni siquiera en situación de PCR, pasando los fármacos y líquidos a la circulación general con una rapidez similar a como lo harían por cualquier otra vena periférica⁽¹⁰⁾. La extremidad proximal de la tibia es el lugar recomendado en los menores de 6 años; a partir de esa edad, debe utilizarse el maléolo tibial interno que conserva médula roja en su cavidad durante toda la vida. Otras alternativas son: la cara posterior de la metafisis del radio, cara anterior de la cabeza humeral, cóndilo humeral, esternón y crestas ilíacas⁽¹⁰⁾. Nunca se utilizará la vía intraósea en un hueso fracturado, previamente puncionado o en los huesos de las extremidades inferiores en los pacientes con traumatismo abdominal grave. Las principales ventajas de la vía intraósea son la facilidad de aprender la técnica, la rapidez y el alto porcentaje de éxitos en su consecución, que permite la administración de cualquier tipo de fármaco e infundir grandes cantidades de líquidos y las pocas complicaciones que presenta⁽¹⁰⁾. La técnica es como sigue (Fig. 6):

a) Se colocará la pierna en rotación externa, apoyada sobre una superficie dura.

b) Se cogerá la aguja intraósea con la mano dominante de tal manera que la empuñadura se sitúe en el talón interno de dicha mano y los dedos índice y pulgar la sujeten, pinzándola, como si de un lápiz se tratara, aproximadamente a 1 cm de la punta. Con la otra mano, se palpará la tuberosidad anterior de la tibia y el borde interno de la misma. En la línea media de ambos puntos y a 1-2 cm por debajo se encuentra el sitio de punción.

c) Se colocará la aguja perpendicularmente en dicho punto, ejerciendo una fuerte presión sobre la empuñadura hasta notar una cierta dureza que indica que estamos sobre el periostio; en ese momento, se acentuará aún más la presión al tiempo que se realiza un movimiento de rotación. Cuando se atraviesa la cortical, sólo unos milímetros más allá del periostio, se nota una brusca disminución de la resistencia y un "plop" característico.

d) Se retirará el mandril, se conectará a la aguja una jeringa cargada con suero fisiológico y se aspirará para comprobar si sale sangre o médula ósea (sólo ocurre en el 12,5% de los casos). Se inyectará el suero de la jeringa para comprobar que pasa con facilidad sin producir ninguna extravasación.

Aunque está aceptado universalmente que lo prioritario es intentar un acceso venoso periférico antes de colocar una vía intraósea, parece razonable recurrir en primer lugar a esta última cuando los reanimadores se sientan incapaces de conseguir la primera. Buscando precisamente la rapidez y la eficacia de la consecución de la vía intraósea por personal inexperto, se han diseñado algunos prototipos de "pistola de punción intraósea" que, además, perforan sin esfuerzo las corticales de los huesos de los adultos. Si se siguen las recomendaciones de la técnica de inserción de la aguja intraósea, se suele conseguir en más del 85% de los casos al primer intento con pocas complicaciones.

4° **Canalización de las venas centrales:** Las venas centrales tienen las ventajas de su mayor calibre y que los fármacos y lí-

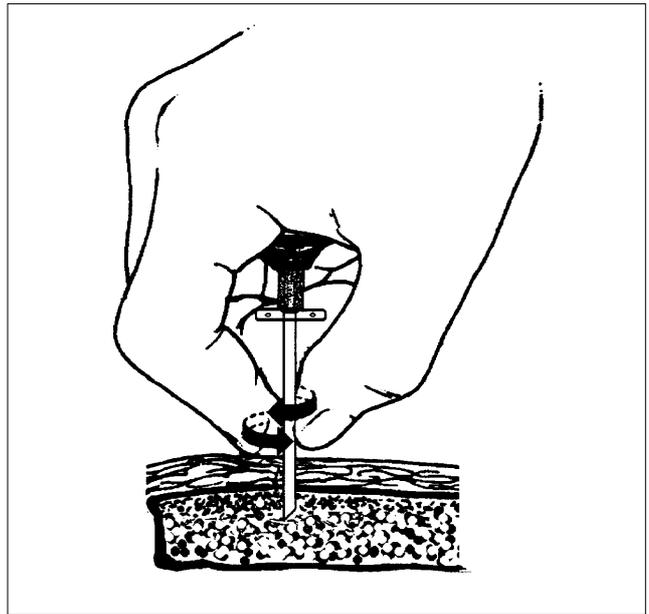


Figura 6. Técnica de canalización intraósea.

quidos alcanzan su efecto más rápidamente que cuando se usan las venas periféricas. A pesar de ello, debido a su mayor dificultad técnica y al mayor riesgo de complicaciones, su canalización sólo está indicada en aquellas circunstancias en las que han fracasado los intentos de conseguir las venas periféricas o sus alternativas, o tras la recuperación de la circulación espontánea en la estabilización posterior del paciente. Si es necesario canalizar urgentemente una vena central durante la reanimación, se elegirá la vena femoral por ser la que menos interfiere con el resto de las maniobras. La técnica de canalización es como sigue:

a) Con el muslo en ligera abducción y rotación externa, se identificará el latido de la arteria femoral y se puncionará con el angiocatéter a 1-2 cm por debajo del ligamento inguinal, inmediatamente medial al latido arterial en los neonatos y a 0,5 cm en los niños y adolescentes. En ausencia de latido, la arteria se localizará en el punto que se sitúa en la mitad de la distancia existente entre la cresta ilíaca anterosuperior y la sínfisis del pubis.

b) Se dirigirá la aguja siguiendo el eje del muslo en dirección al ombligo, con una inclinación de unos 15°, profundizando al tiempo que se aspira con la jeringa hasta obtener un flujo de sangre.

c) Se deslizará la cánula hasta introducirla dentro de la vena, sin movilizar en absoluto la unidad formada por la jeringa y el angiocatéter.

d) Una vez canalizada la vena, se retira la aguja y se conectará de nuevo la jeringa con suero a la cánula para aspirar y confirmar la posición intravascular.

Una vez estabilizado el paciente, la misma cánula puede utilizarse para introducir un catéter más largo, siguiendo la técnica

ca de Seldinger: se introduce a través de la cánula una guía metálica hasta la luz de la vena; se retira la cánula sin mover la guía; se amplía el orificio de la piel con una hoja de bisturí triangular y se tuneliza el tejido celular subcutáneo hasta la luz del vaso con un dilatador dirigido por la misma guía; se retira el dilatador y se sustituye por el catéter largo, de varias luces, que se introduce hasta que se calcule que su punta quede situada en la entrada de la aurícula derecha; finalmente, se retira la guía y se aspira para comprobar la situación intravascular del catéter.

La canalización de las venas yugular interna y subclavia requiere más experiencia; su situación anatómica las hace poco accesibles mientras se realizan maniobras de reanimación, y presentan más riesgo de complicaciones severas. Por estos motivos sólo deben canalizarse por personal con suficiente experiencia, en la fase de estabilización de la reanimación.

5° Canalización de la vena safena por disección: en aquellas circunstancias en las que no se haya podido conseguir un acceso venoso ni intraóseo o si éstos son insuficientes, puede diseccionarse la vena safena, en el maléolo tibial, ya que no interrumpe la RCP.

La figura 7 resume el algoritmo de las vías de infusión durante la RCP avanzada pediátrica.

b) Fármacos y líquidos en RCP

1. **Adrenalina:** es el principal medicamento de la reanimación cardiopulmonar. Está indicada en la PCR con cualquier tipo de ritmo en el ECG. A dosis elevadas la adrenalina aumenta las resistencias vasculares sistémicas y eleva la presión arterial. Al aumentar la presión diastólica aórtica, se incrementa el flujo al miocardio a través de las arterias coronarias.

La dosis inicial recomendada por vías intravenosa e intraósea es de 0,01 mg/kg (0,1 ml/kg de la dilución al 1/10.000). La dosis para la administración endotraqueal es 10 veces superior; es decir, 0,1 mg/kg (0,1 ml/kg de la dilución al 1/1.000)⁽¹⁻⁴⁾ La segunda dosis y las sucesivas que, en caso necesario, se repetirán cada 3 minutos, serán de 0,1 ml/kg de la dilución al 1/1.000, independientemente de la vía por donde se administren^(1-4,11). En los neonatos, sólo se recomienda triplicar la 2ª y sucesivas dosis si fracasa la inicial, y se utilizará siempre diluida al 1/10.000 sea cual fuere la vía de administración, ya que existe la posibilidad de que la adrenalina se deposite en los alvéolos y mantenga unos niveles sanguíneos prolongados que puedan producir una importante hipertensión arterial si se restablece la circulación espontánea.

Algunos estudios realizados en adultos no encuentran diferencias significativas en la recuperación de la circulación espontánea, la supervivencia, ni en la evolución neurológica, cuando comparan la dosis de 1 mg de adrenalina con dosis más elevadas⁽¹²⁾. La eficacia de las dosis altas de adrenalina tampoco está totalmente confirmada en pediatría⁽¹³⁾, ya que estudios recientes ponen en evidencia la escasa diferencia en la recuperación de la circulación espontánea, la supervivencia a las 24 horas y al alta hospitalaria, así como en el porcentaje y la intensidad de las secuelas a largo plazo^(14,15).

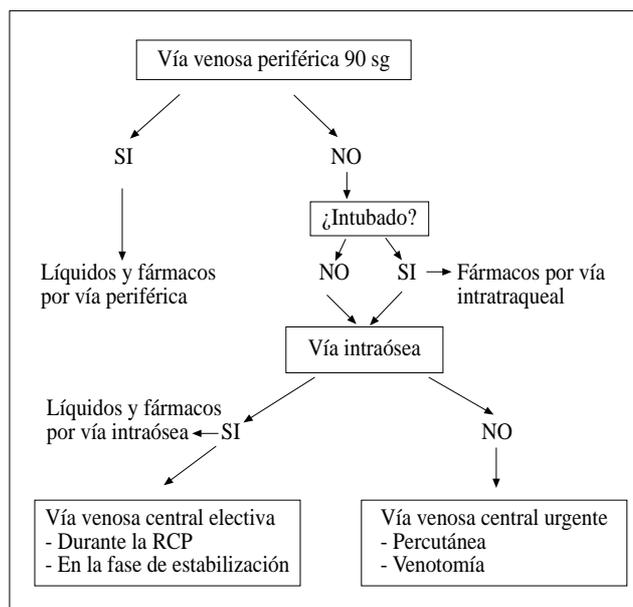


Figura 7. Algoritmo de las vías de infusión.

Ningún otro fármaco, noradrenalina, fenilefrina ni metoxamina, ha demostrado ser superior a la adrenalina en la RCP⁽¹⁶⁾. Actualmente se está ensayando la utilización de la vasopresina en pacientes adultos en PCR⁽¹⁷⁾, pero aún se necesitan más estudios para demostrar su eficacia.

2. **Bicarbonato sódico:** Durante la PCR se produce una acidosis respiratoria y metabólica. El mejor método de corregir esta acidosis mixta es conseguir una ventilación y circulación eficaces. La administración de bicarbonato está muy controvertida en la RCP, ya que puede tener efectos secundarios (aumenta la acidosis intracelular, desvía a la izquierda de la curva de disociación de la hemoglobina, produce hipernatremia e hiperosmolaridad, cambios rápidos del potasio intracelular y descensos de la calcemia). Sin embargo, un pH < 7,10 empeora la capacidad de recuperación miocárdica, y se ha demostrado recientemente que el bicarbonato disminuye la acidosis del sistema nervioso central, mejora la supervivencia y disminuye las secuelas neurológicas cuando se utiliza en reanimaciones prolongadas⁽¹⁸⁾.

En el momento actual se recomienda administrar bicarbonato en los casos de PCR prolongada (más de 10 minutos), y en la acidosis metabólica documentada (pH < 7,10) y repetirla cada 10 minutos de reanimación. La dosis es de 1 mEq/kg diluido al 1/2 con suero fisiológico, por vía intravenosa o intraósea⁽¹⁻⁴⁾.

Se han ensayado otros agentes alcalinizantes como el THAM, Carbicarb, carbonato sódico y tribonato sin que ninguno de ellos haya demostrado tener ventajas sobre el bicarbonato.

3. **Cloruro cálcico:** Aunque la administración de calcio produce habitualmente un aumento de la fuerza contráctil miocárdica, de las resistencias vasculares periféricas y de la presión arterial, no ha demostrado mejorar los resultados de la RCP. En el

momento actual el calcio sólo está indicado cuando existe una hipocalcemia documentada, hiperpotasemia, hipermagnesemia o bloqueo de los canales del calcio.

Se utilizará cloruro cálcico, ya que consigue niveles de calcio elemental rápidos y sostenidos. La dosis recomendada es de 20 mg/kg (0,2 ml de la solución de cloruro cálcico al 10%) diluido al medio en suero fisiológico e inyectado lentamente.

4. **Atropina:** Las indicaciones de la atropina en la PCR pediátrica se reducen al tratamiento de la bradicardia sintomática, a la prevención y tratamiento de la bradicardia por estimulación vagal durante la intubación endotraqueal y al bloqueo aurículo-ventricular completo. Como en la infancia la causa más frecuente de bradicardia es la hipoxia, la primera maniobra a realizar es asegurar que la ventilación y oxigenación son adecuadas; si a pesar de ello persiste la bradicardia severa, debe utilizarse adrenalina, ya que tiene efecto cronotrópico e inotrópico.

La dosis de atropina recomendada es de 0,02 mg/kg. Se puede administrar por vía intravenosa, intraósea o endotraqueal. La dosis mínima, independientemente del peso del paciente, es de 0,1 mg (para evitar la bradicardia paradójica que producen las dosis bajas) y la máxima de 0,5 mg para los niños y de 1 mg para los adolescentes. Puede repetirse cada 5 minutos.

5. **Líquidos:** La parada cardíaca secundaria al *shock* hipovolémico es más frecuente en los niños que en los adultos. Durante la RCP las indicaciones de expansión con volumen son: la actividad eléctrica sin pulso, y la sospecha de que la PCR está producida o acompañada de hipovolemia. Sin embargo la expansión con volumen no debe hacerse de forma indiscriminada, ya que no debe olvidarse que el uso de grandes cantidades de líquidos durante la RCP puede comprometer después el flujo sanguíneo de los órganos vitales.

El tipo de líquido ideal para la expansión en los niños en PCR está aún en debate. Las *soluciones cristaloides*, tales como el suero salino fisiológico, el Ringer y lactato Ringer son económicas, muy fáciles de manejar, pero sólo expanden transitoriamente el volumen intravascular, ya que sólo 1/4 del volumen perfundido permanece en ese compartimiento más allá de unos minutos. No deben utilizarse soluciones glucosadas que expanden poco, producen hiperglucemia, inducen diuresis osmótica e hipopotasemia y empeoran las posibles lesiones isquémicas cerebrales. Las *soluciones coloides* permanecen en el espacio intravascular mucho más tiempo; por eso, los dextranos, las gelatinas y la albúmina al 5% pueden ser eficaces si fracasan dos bolos consecutivos de cristaloides. En la actualidad, se están investigando nuevas mezclas de soluciones de suero salino hipertónico con dextrano.

Los volúmenes de carga deben ser de 20 ml/kg de una solución cristaloides administrada tan rápidamente como sea posible (en menos de 20 minutos). Si tras la reevaluación del paciente persisten los signos del *shock*, se repetirán los bolos de líquidos.

6. Diagnóstico y tratamiento de las arritmias

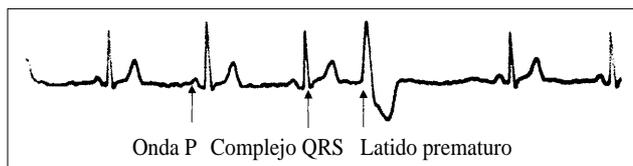


Figura 8. Identificación del ritmo durante la PCR: Complejo QRS: actividad eléctrica ventricular, Onda P. Actividad eléctrica auricular, presencia de latidos prematuros, presencia de artefactos.

a) Monitorización y diagnóstico de las arritmias

El diagnóstico del ritmo cardíaco durante una parada cardiorrespiratoria en la infancia se puede realizar mediante la monitorización del ECG con las palas del desfibrilador o con electrodos autoadhesivos conectados a un monitor de electrocardiograma y/o a un desfibrilador.

La monitorización con las palas del desfibrilador es más rápida pero impide realizar simultáneamente el masaje cardíaco, por lo que sólo se utilizará para el diagnóstico inicial.

Sistemática de diagnóstico:

Durante la PCR en la infancia el diagnóstico de las arritmias debe ser rápido y sencillo. El objetivo es clasificar el ritmo en uno de los grupos fundamentales de arritmias e inmediatamente determinar si ese ritmo es efectivo o no lo es (mediante la palpación del pulso arterial central y/o la determinación de la tensión arterial). No se debe perder tiempo en realizar un diagnóstico electrocardiográfico muy preciso. Hay que recordar que la parada cardíaca se diagnostica por la ausencia de pulso arterial central palpable (independientemente del ritmo electrocardiográfico). Pero el tipo de ritmo que produce la PCR determinará el tratamiento farmacológico y/o eléctrico.

La sistemática de diagnóstico recomendada es (Fig. 8):

1º Análisis de los complejos QRS (actividad eléctrica ventricular):

a) Ausencia o presencia de complejos QRS: Si no hay complejos QRS el ritmo es una asistolia.

b) Características de los complejos QRS: Aunque existen algunas excepciones, en el análisis de los complejos QRS durante una PCR se debe considerar que:

- Un QRS ancho corresponde a un ritmo de origen ventricular.

- Un QRS estrecho corresponde a un ritmo supraventricular (sinusal, auricular o nodal).

c) Frecuencia: Debe valorarse dependiendo de la edad del niño, ya que los valores normales van disminuyendo al aumentar la edad, desde unos 140 lpm en el neonato a 70 lpm en el adolescente. Por tanto una frecuencia de 70 lpm es una bradicardia en un lactante de 1 mes y una frecuencia normal en un niño de 10 años.

d) Ritmo: Regular (la distancia entre los complejos QRS es siempre la misma).

Irregular (la distancia entre los complejos QRS es variable).

Con este primer análisis podremos valorar si el niño tiene un

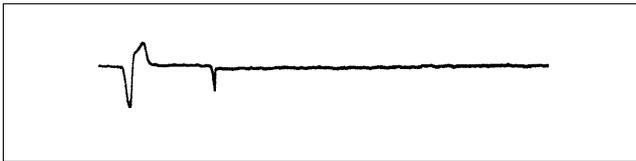


Figura 9. Asistolia.



Figura 10. Bradicardia severa ventricular (ritmo idioventricular).

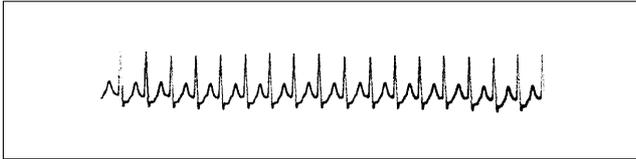


Figura 11. Actividad eléctrica (organizada) sin pulso.

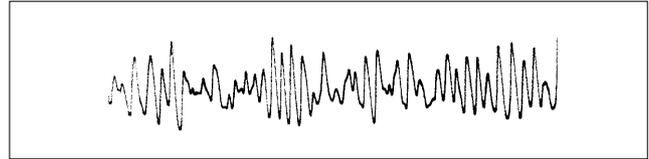


Figura 12. Fibrilación ventricular.

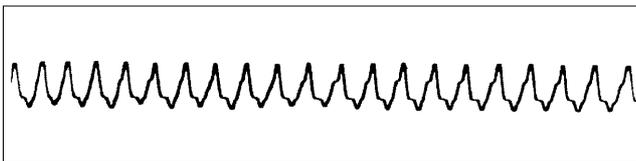


Figura 13. Taquicardia ventricular (sin pulso).



Figura 14. Bloqueo aurículo-ventricular completo.

ritmo ventricular o supraventricular, si la frecuencia es normal o está en taquicardia o bradicardia, y si el ritmo es regular o irregular.

2º Análisis de la onda P (actividad eléctrica auricular):

En la onda P las características fundamentales a valorar durante una PCR son:

a) Presencia (ritmo auricular) o ausencia (ritmo no auricular).

b) Acoplamiento de las ondas P y los complejos QRS.

- Si a cada onda P le sigue un complejo QRS y siempre existe la misma distancia P-R el ritmo será sinusal.

- Si existen ondas P (auriculares) y ondas QRS (ventriculares) que no están acopladas el ritmo será un bloqueo aurículo-ventricular.

3º Latidos prematuros o extrasístoles:

Si existen complejos electrocardiográficos anormales se debe analizar:

a) Su origen: ventricular (ancho), supraventricular (estrecho).

b) Si todas las extrasístoles tienen igual morfología (unifocales) o diversa morfología (multifocales).

c) Si son frecuentes o poco frecuentes.

d) Si son aislados o van varios seguidos (en salvas).

4º Si existen artefactos:

Durante la PCR y la RCP se pueden producir múltiples artefactos. Los más importantes son:

- Desconexión de los electrodos: simula una asistolia.

- Movimientos: simulan extrasístoles o fibrilación ventricular.

- Masaje cardíaco: cada compresión cardíaca puede dar la imagen de un complejo ventricular.

En resumen, el análisis del ECG va orientado a determinar:

1º Complejos QRS:

- No existen: el ritmo es una asistolia.

- Los complejos QRS son anchos: el ritmo es ventricular.

a) Ritmo lento: Bradicardia ventricular.

b) Ritmo rápido: Taquicardia o fibrilación ventricular.

- Los complejos QRS son estrechos: el ritmo es supraventricular.

a) Ritmo lento: Bradicardia supraventricular (sinusal, auricular o nodal).

b) Ritmo rápido: Taquicardia supraventricular (sinusal, auricular o nodal).

2º Ondas P y acoplamiento P-R:

- No existen ondas P: el ritmo no es sinusal ni auricular.

- Existen ondas P y están acopladas con los complejos QRS: ritmo sinusal.

- Existen ondas P pero no están acopladas: Bloqueo aurículo-ventricular.

3º ¿Existen latidos prematuros? ¿Cómo son?: anchos (ventriculares), estrechos (supraventriculares), unifocales o multifocales, aislados o en salvas.

4º ¿Existen o no artefactos?

5º ¿El ritmo es efectivo?: Existe o no pulso arterial palpable.

Arritmias en la parada cardiorrespiratoria en niños:

Los ritmos más frecuentes en la PCR en la infancia son^(19,20):

1º Asistolia: No existen complejos QRS (Fig. 9). Es la arritmia más frecuente y con peor pronóstico.

2º Bradicardia severa (Fig. 10): Se define como un ritmo lento de origen ventricular (bradicardia ventricular), supraventricular (bradicardia supraventricular) o sinusal (bradicardia sinusal) con ausencia o disminución severa del pulso arterial central.

Tabla III Técnica de desfibrilación

1º. Material:

- Palas grandes (8 a 10 cm de diámetro) niños > 1 año o > 10 kg de peso
- Palas pequeñas (4,5 cm de diámetro) niños < 1 año o < 10 kg de peso
- Pasta conductora o compresas empapadas en suero salino

2º. Técnica:

- 1º Lubrificar las palas del desfibrilador con pasta conductora o compresas empapadas evitando que contacten entre sí
- 2º Poner el mando en asincrónico
- 3º Cargar el desfibrilador a 2 j/kg
- 4º Colocar las palas presionando contra el tórax (fig 19)
 - Una infraclavicular derecha
 - Otra en ápex
- 5º Separación del paciente de todo el personal reanimador y comprobar de nuevo que persiste la fibrilación o taquicardia ventricular.
- 6º Apretar simultáneamente los botones de ambas palas
- 7º Comprobar que se ha producido la descarga (movimiento esquelético, línea isoeletrica)
- 8º Comprobar si se ha modificado el ritmo en el ECG y si el niño ha recuperado el pulso

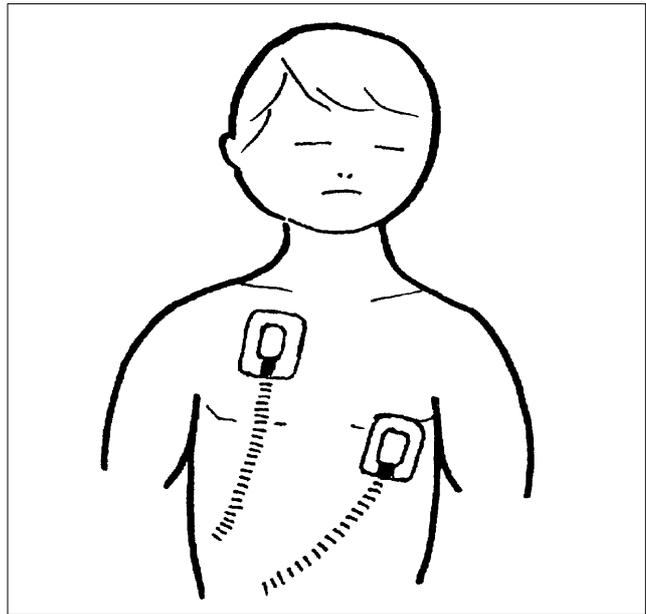


Figura 15. Posición de las palas para desfibrilar.

3º Actividad eléctrica sin pulso o disociación electromecánica: Se define como un ritmo organizado que no produce un pulso arterial palpable. Cualquier ritmo, hasta un ritmo sinusal, puede, si no existe pulso arterial central palpable, ser una actividad eléctrica sin pulso (del concepto de actividad eléctrica sin pulso se excluyen la bradicardia severa y la taquicardia ventricular sin pulso) (Fig. 11).

4º Fibrilación ventricular: Es un ritmo ventricular rápido desorganizado sin pulso arterial palpable (Fig. 12).

5º Taquicardia ventricular sin pulso: Es un ritmo ventricular rápido y organizado sin pulso arterial palpable. Como no todas las taquicardias ventriculares producen parada cardiorrespiratoria, es esencial la valoración del pulso arterial central (Fig. 13).

6º Bloqueo aurículo-ventricular completo: Existe un ritmo auricular (ondas P) y un ritmo ventricular (complejos QRS) pero sin relación entre ellos. No existe pulso arterial central palpable. Hay que tener en cuenta que no todos los bloqueos aurículo-ventriculares completos producen PCR (Fig. 14).

- La asistolia seguida de las bradiarritmias son las arritmias más frecuentes en el niño con PCR⁽¹⁹⁾.

- La fibrilación ventricular, que es el ritmo más frecuente en el adulto, es poco frecuente en el niño y ocurre fundamentalmente en portadores de cardiopatías congénitas y en adolescentes⁽²⁰⁾.

- La actividad eléctrica sin pulso (AESP) se produce sobre todo por hipovolemia severa (politraumatismos) ó hipovolemia relativa (neumotórax a tensión, taponamiento pericárdico)⁽¹⁻⁴⁾.

- El bloqueo aurículo-ventricular completo es muy poco frecuente en la infancia (suele ser secundario a cirugía cardíaca o congénito).

b) Tratamiento eléctrico y farmacológico de las arritmias

en la PCR en niños

1. Puñopercusión: Si se diagnostica una fibrilación ventricular o una taquicardia ventricular sin pulso y no está disponible inmediatamente un desfibrilador se puede aplicar un golpe seco en la región precordial⁽¹⁻⁴⁾.

2. Desfibrilación: El tratamiento eléctrico es el de elección inmediata en la fibrilación ventricular y la taquicardia ventricular sin pulso. La descarga eléctrica produce una despolarización simultánea de todas las fibras miocárdicas, permitiendo que los focos altos tomen el mando del ritmo cardíaco⁽¹⁻⁴⁾. La técnica de la desfibrilación viene resumida en la tabla III. La posición de las palas viene recogida en la figura 15. Si no se dispone de palas pediátricas se pueden utilizar en los lactantes las palas de adulto suficientemente separadas o una en la parte anterior del tórax y otra en la espalda⁽²¹⁾.

3. Fármacos antiarrítmicos: Los fármacos antiarrítmicos durante la PCR en niños sólo están indicados en la fibrilación ventricular y la taquicardia ventricular sin pulso refractarias al tratamiento eléctrico. En esta situación el fármaco de elección será la lidocaína a dosis de 1 mg/kg. Si la fibrilación ventricular persiste se puede administrar bretilio a dosis de 5 mg/kg⁽¹⁻⁴⁾.

Marcapasos: Su uso en la PCR en niños está reservada a la bradicardia severa o bloqueo aurículo-ventricular completo refractarios al tratamiento farmacológico. Los electrodos se pueden colocar en la parte anterior y posterior del tórax o en las mismas posiciones que se utilizan para la desfibrilación. Se pueden utilizar marcapasos endocavitarios, transtorácicos o transcutáneos (siendo éstos últimos los más utilizados en situación de PCR)⁽²²⁾.

c) Protocolos de tratamiento

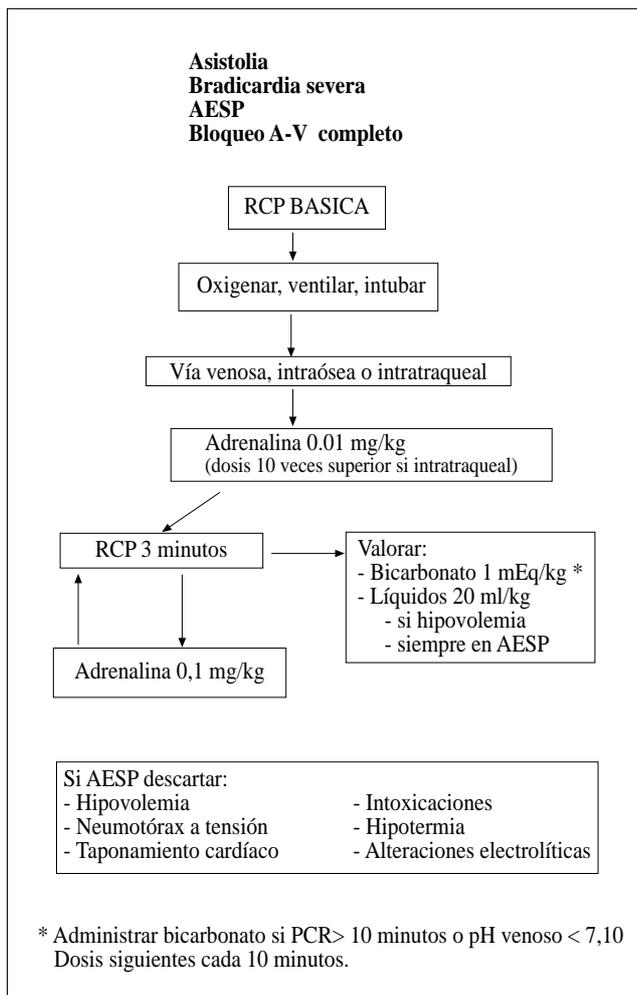


Figura 16. Algoritmo de tratamiento de la asistolia, bradicardia severa, actividad eléctrica sin pulso, bloqueo aurículo-ventricular completo.

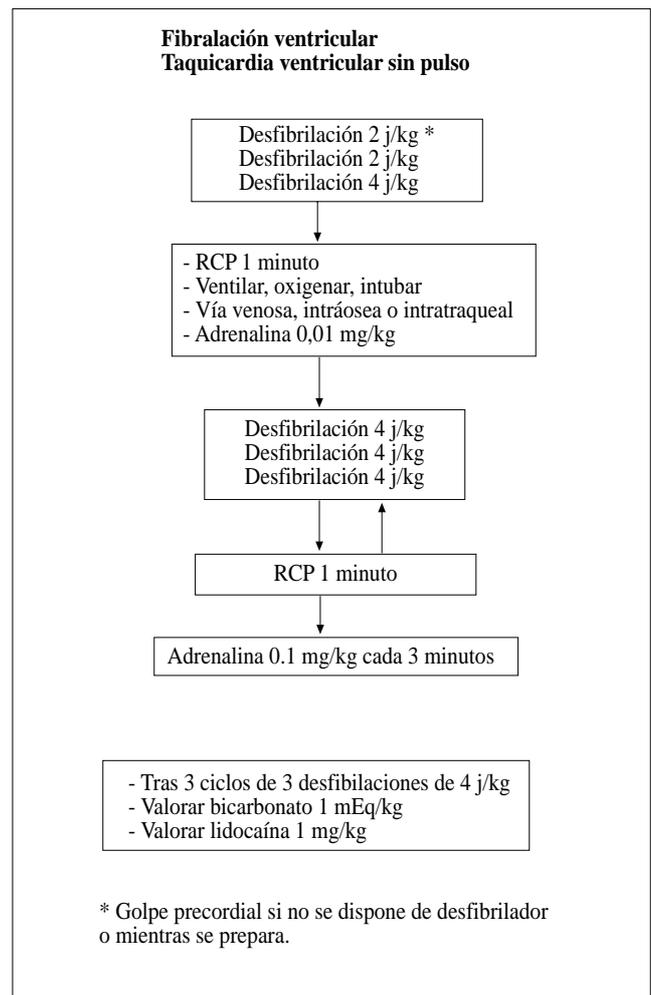


Figura 17. Algoritmo de tratamiento de la fibrilación ventricular y la taquicardia ventricular sin pulso.

El tratamiento de los principales ritmos electrocardiográficos que existen en la PCR en el niño se resumen en los dos algoritmos de tratamiento siguientes⁽¹⁻⁴⁾:

1. Tratamiento de la asistolia, bradiarritmias severas, actividad eléctrica sin pulso, bloqueo aurículo-ventricular completo. (Fig. 16).

- Es fundamental continuar en todo momento, las medidas de optimización de la vía aérea, ventilación con O₂ al 100% y masaje cardíaco.

- Canalización de la vía venosa, intraósea o intratraqueal.
- Administrar adrenalina a dosis de 0,01 mg/kg (dosis intratraqueal 10 veces superior).
- Administrar bolo de líquidos si AESP o hipovolemia severa.
- Valorar bicarbonato 1 mEq/kg si parada mayor de 10 minutos o pH venoso menor de 7.10.
- Continuar con medidas de RCP 3 minutos.
- Segunda dosis de adrenalina, 0,1 mg/kg (máximo 5 mg/dosis). Repetir esta dosis de adrenalina cada 3 minutos.

- Repetir el bicarbonato cada 10 minutos o si el pH venoso es 7,10.

- Seguir administrando líquidos si persiste la hipovolemia.
- Considerar tras 30 minutos de RCP la suspensión de la reanimación si persiste la PCR (salvo en casos de hipotermia o intoxicaciones).

- En el caso de una bradicardia severa y bloqueo aurículo-ventricular completo la pauta de tratamiento es igual a la de la asistolia, pero se puede valorar:

- 1.- Administrar atropina, 0,02 mg/kg (dosis mínima 0.1 mg, dosis máxima, 2 mg) tras las dos dosis iniciales de adrenalina.
 - 2.- Administrar dosis de atropina cada 3 minutos según la respuesta a la dosis inicial.
 - 3.- Intentar la colocación de marcapasos si la bradicardia no responde al tratamiento farmacológico.
- La pauta de tratamiento de la AESP es similar a la de la asistolia pero teniendo en cuenta las posibles causas se recomienda administrar un bolo de líquidos de 20 ml/kg tras la pri-

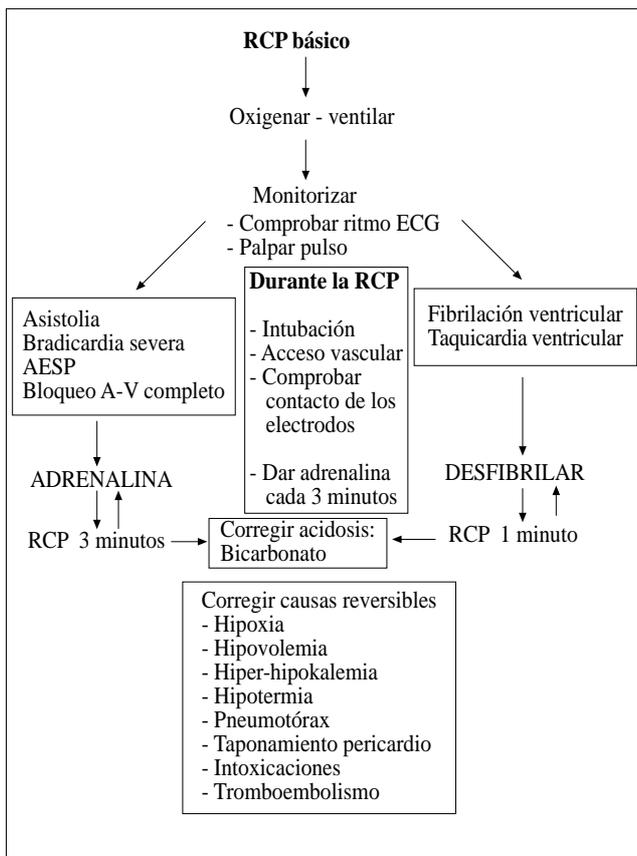


Figura 18. Algoritmo unificado de la RCP avanzada en niños.

mera dosis de adrenalina, y descartar la hipovolemia, neumotórax a tensión, taponamiento cardíaco, intoxicaciones, hipotermia y alteraciones electrolíticas.

2. Tratamiento de la fibrilación ventricular y taquicardia ventricular sin pulso. (Fig. 17).

- Aplicar un golpe precordial en la misma zona donde se da el masaje cardíaco (si no está disponible un desfibrilador o hasta que éste se prepare).

- Desfibrilación eléctrica:

- Administrar un choque no sincronizado a 2 j/kg.

- Si no hay respuesta, nuevo choque a 2 j/kg.

- Si no hay respuesta, nuevo choque a 4 j/kg.

- Si no hay respuesta, optimizar la RCP durante 1 minuto.

- Ventilar con oxígeno al 100% e intubar.

- Dar masaje cardíaco.

- Canalizar la vía de infusión.

- Administrar adrenalina 0,01 mg/kg.

- Continuar con la RCP 1 min.

- Administrar un nuevo ciclo de 3 desfibrilaciones a 4 j/kg.

- Si sigue sin responder descartar la hipotermia, intoxicaciones y alteraciones electrolíticas.

- Administrar adrenalina a 0,1 mg/kg (máximo 5 mg).

- Mantener RCP 1 minuto.

- Nuevo ciclo de 3 desfibrilaciones a 4 j/kg.

- Si tras efectuar 3 ciclos de 3 choques eléctricos, cada uno a la máxima potencia, no hay respuesta, considerar:

- Bicarbonato 1 mEq/kg.

- Lidocaína 1 mg/kg.

- Continuar con RCP y ciclos de 3 desfibrilaciones.

- Si persiste fibrilación o taquicardia ventricular sin pulso, valorar la administración de bretilio 5 mg/kg.

La figura 18 recoge el algoritmo unificado de tratamiento en la PCR en el niño⁽²³⁾.

Bibliografía

- Grupo Español de Reanimación Cardiopulmonar pediátrica y neonatal: Calvo Macías C, Delgado Domínguez MA, García-Castrillo Riesgo L, López-Herce Cid J, Loscertales Abril M, Rodríguez Nuñez A, Tormo Calandín C. Normas de reanimación cardiopulmonar básica y avanzada en pediatría (2ª parte). *An Esp Pediatr* 1995; **43**:323-334.
- Emergency Cardiac care Committee and subcommittees of the American heart association. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care. *Pediatric advanced life support. JAMA* 1992; **268**:2262-2275.
- International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)- Paediatric Life Support: An Advisory statement by the Paediatric Life Support Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation* 1997; **34**:115-127.
- European Resuscitation Council. Guidelines for paediatric life support. *Resuscitation* 1994; **27**:91-105.
- Leach A, Alexander CA, Stone B. The laryngeal mask in cardiopulmonary resuscitation in a district general hospital: a preliminary communication. *Resuscitation* 1993; **65**:245-248.
- Labies NG. Use of the laryngeal mask airway in neonatal resuscitation. *Anaesthesia* 1993; **48**:352.
- Rosetti VA, Thompson BM, Aprahamian C. Difficulty and delay in intravascular access in pediatric arrest. *Ann Emerg Med* 1984; **13**:406.
- Stylianou S, Jacir NN, Hoffman MA. Optimal intravenous site for volume replacement. *J Trauma* 1992; **32**:947.
- Ward JT. Endotracheal drug therapy. *Am J Emerg Med* 1983; **1**:71-75.
- Spivey WH. Intraosseous infusions. *J Pediatr* 1987; **111**:639-643.
- Patterson M, Boenning D, Klein B. High-Dose epinephrine in pediatric cardiopulmonary arrest. *Paediatr Emerg Care* 1994; **10**:310-311.
- Calaham M, Madsen CD, Barton CW, et al. A randomized clinical trial of high-dose epinephrine and norepinephrine vs. standard-dose epinephrine in prehospital cardiac arrest. *J Am Med Assoc* 1992; **286**:2667-2670.
- Goetting MG, Paradis NA. High-dose epinephrine improves outcome from pediatric cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1991; **20**:22-26.
- Dieckman RA, Vardis R. High-dose epinephrine in pediatric out-of-hospital cardiopulmonary arrest. *Pediatrics* 1995; **95**:901-913.
- Carpenter TC, Stenmark KR. High-dose epinephrine is not superior to standard-dose epinephrine in pediatric in-hospital cardiopulmonary arrest. *Pediatric* 1997; **99**:403-408.
- Olson DW, Thacur R, Stueven HA. Randomized study of epinephrine vs. methoxamine in prehospital ventricular fibrillation. *Ann Emerg Med* 1989; **18**:250-253.

- 17 Lindner KH, Dirks B, Strohmenger H-V, Prengel AW, Lindner IM, Lurie KG. Randomised comparison of epinephrine and vasopressin in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Lancet* 1997; **349**:535-537.
- 18 Ushay HM, Notterman DA. Pharmacology of pediatric resuscitation. *Pediatr Clin North Am* 1997; **44**:207-233.
- 19 Schindler MB, Bohn D, Cox P, McCrindle BW, Jarvis A, Edmonds J, Barker G. Outcome of out-of-hospital cardiac or respiratory arrest in children. *N Engl J Med* 1996; **336**:1473-1479.
- 20 Mogayzel C, Quan L, Graves JR, Tiedeman D, Fahrenbruch C, Herndon P. Out-of-hospital ventricular fibrillation in children and adolescents: causes and outcomes. *Ann Emerg Med* 1995; **25**:484-491.
- 21 Atkins DL, Kerber RE. Pediatric defibrillation: Current flow is improved by using "adult" electrode paddles. *Pediatrics* 1994; **94**:90-93.
- 22 Quan L, Graves JR, Kinder DR. Transcutaneous cardiac pacing in the