

# Desfibrilación

ANTONIO RODRÍGUEZ-NÚÑEZ<sup>a</sup>, CUSTODIO CALVO-MACÍAS<sup>b</sup> E IGNACIO MANRIQUE-MARTÍNEZ<sup>c</sup>,  
GRUPO ESPAÑOL DE RCP PEDIÁTRICA Y NEONATAL

<sup>a</sup>Servicio de Críticos y Urgencias Pediátricas. Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela. La Coruña. España.

<sup>b</sup>Servicio de Críticos y Urgencias Pediátricas. Hospital Materno-Infantil de Málaga. Málaga. España.

<sup>c</sup>Instituto Valenciano de Pediatría. Valencia. España.

arnprp@usc.es; Antonio.Rodriguez.Nunez@sergas.es; ccalvo@saludalia.com; manrique\_jua@gva.es

La desfibrilación es un procedimiento terapéutico que pretende hacer pasar a través de la masa miocárdica una cantidad de energía eléctrica de suficiente magnitud para lograr la despolarización de una “masa crítica” de miocardio, que dé lugar a la restauración de la actividad eléctrica coordinada del corazón y, de forma secundaria, a la recuperación de la circulación espontánea del paciente<sup>1</sup>. Aunque la desfibrilación es un tratamiento conocido desde hace varias décadas<sup>2</sup>, en los últimos años se han producido una serie de avances técnicos y se han obtenido evidencias científicas de su eficacia que han reforzado su posición como uno de los tratamientos esenciales en la parada cardíaca en adultos y niños<sup>1-3</sup>. A su vez, recientemente se han publicado nuevas recomendaciones internacionales de reanimación cardiopulmonar que modifican, en parte, los procedimientos de desfibrilación en la infancia<sup>4,5</sup>.

## DEFINICIONES

### Desfibrilación

Recuperación de la actividad eléctrica coordinada del miocardio mediante la aplicación de una descarga eléctrica a través del corazón.

### Cardioversión

Descarga eléctrica realizada de modo sincronizado con el electrocardiograma (ECG) del paciente, indicada en el tratamiento de la taquicardia ventricular con pulso y otras arritmias graves.

### Desfibrilador manual

Aparato que permite administrar descargas eléctricas y que precisa ser manejado por un operador experto. Consta de un dispositivo computarizado con pantalla que registra las arritmias pero no las interpreta, de modo que la identificación del ritmo cardíaco, la selección de la dosis de energía, la carga y la descarga de dicha dosis deben ser decididas por la persona que lo maneja. *Sólo debe utilizarlo personal con conocimientos y habilidades en soporte vital avanzado.*

### Desfibriladores automáticos

Aparatos con capacidad para detectar el ritmo cardíaco y analizarlo para decidir si se trata de un ritmo desfibrilable o no. Ante la presencia de un ritmo desfibrilable, algunos aparatos (los verdaderamente automáticos) efectúan una descarga eléctrica sin necesidad de intervención de un operador externo, mientras

### Puntos clave

- La desfibrilación es un procedimiento clave en los algoritmos de reanimación cardiopulmonar pediátrica.
- La fibrilación ventricular y la taquicardia ventricular sin pulso son susceptibles de tratamiento con éxito mediante la desfibrilación precoz.
- Los desfibriladores manuales dependen totalmente de la persona que los maneja, mientras que los automáticos tienen capacidad para reconocer ritmos desfibrilables y realizar descargas de energía sin o con intervención de un operador.
- Los desfibriladores deben estar presentes en las áreas donde pueda producirse una arritmia desfibrilable.

que los llamados semiautomáticos se cargan de una dosis de energía eléctrica e indican al operador que, cuando lo considere oportuno, decida si se efectúa la descarga. Los desfibriladores semiautomáticos son más seguros que los totalmente automáticos ya que, al descargar sólo cuando el operador oprime el botón correspondiente, permiten asegurarse de que los reanimadores o testigos no están en contacto con la víctima y, por tanto, no recibirán una descarga.

### Desfibrilador implantable

Desfibrilador automático de pequeño tamaño que se implanta, de forma similar a un marcapasos, en el cuerpo de un paciente con alto riesgo de arritmias susceptibles de desfibrilación.

### Desfibrilador monofásico

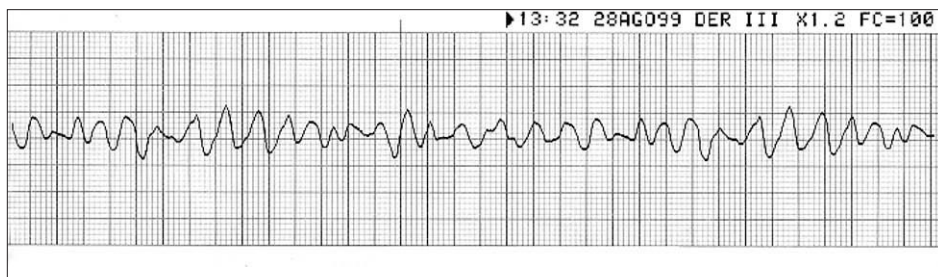
Dispositivo que descarga energía eléctrica con morfología de onda monofásica.

### Desfibrilador bifásico

Dispositivo que descarga energía eléctrica con morfología de onda bifásica.

### Ritmo desfibrilable

Ritmo cardíaco susceptible de tratamiento eléctrico mediante un desfibrilador de cualquier tipo. Incluye la fibrilación ventricular (fig. 1) y la taquicardia ventricular sin pulso.



*Figura 1. Trazado electrocardiográfico de fibrilación ventricular.*

## IMPORTANCIA DE LA DESFIBRILACIÓN

Aunque hasta hace poco se consideraba que la presencia de una arritmia desfibrilable era excepcional en pediatría y que la desfibrilación era un procedimiento de uso casi exclusivo en las áreas hospitalarias de cuidados intensivos y quirófanos de cirugía cardíaca, en el momento actual se ha demostrado que constituye uno de los procedimientos esenciales en la cadena de supervivencia<sup>1,2</sup>. Así, estudios recientes han demostrado que la incidencia de un ritmo desfibrilable (fibrilación ventricular y taquicardia ventricular sin pulso) después de una parada cardíaca pediátrica oscila entre el 10 y el 20% de los casos, tanto en el ámbito hospitalario como extrahospitalario<sup>6-9</sup>. Aunque dicha incidencia podría parecer relativamente baja, si tenemos en cuenta que las posibilidades de éxito de la reanimación cuando existe un ritmo desfibrilable y se realiza una desfibrilación precoz son mucho más elevadas que cuando la víctima está en asistolia o actividad eléctrica sin pulso, entenderemos la importancia de este procedimiento terapéutico<sup>6-9</sup>. Por ello, todos los médicos están obligados a conocer las bases de su funcionamiento e incluso deberían tener las habilidades suficientes para aplicar la desfibrilación de forma segura y eficaz. En este sentido, el Consejo Europeo de Resucitación recomienda que los desfibriladores manuales, capaces de liberar todo el rango de energías requeridas desde la edad neonatal hasta la adolescencia, estén disponibles en los hospitales y otras áreas de cuidados de niños con riesgo de una parada cardíaca y que los desfibriladores semi-automáticos sean utilizados también en niños mayores de un año<sup>1,3,5</sup>. Entre las causas más frecuentes en las que se puede producir una fibrilación ventricular en la infancia se incluyen las cardiopatías congénitas, el síndrome de QT largo, traumatismos, sobredosis de fármacos, hipotermia y alteraciones electrolíticas.

Los desfibriladores no deben implantarse en los sistemas médicos de emergencias como una medida aislada, sino que deben integrarse en un conjunto de planes que refuercen el resto de eslabones de la cadena de supervivencia, ya que el intervalo de tiempo entre el comienzo de la fibrilación ventricular y la aplicación de la primera descarga es el principal factor de la supervivencia. La probabilidad de que la desfibrilación tenga éxito decae con el tiempo después de la parada, de modo que por cada minuto que pasa, la mortalidad se incrementaría un 10% (si no se hace RCP). Cuando se hace RCP por testigos la reducción en la supervivencia es más gradual (alrededor del 3% por minuto). Por ello, la desfibrilación debe estar unida a la RCP por los testigos. Así, se ha considerado que un programa de desfibrilación temprana tiene grandes probabilidades de éxito si el tiempo transcurrido entre la parada cardíaca y el ini-

cio de la reanimación cardiopulmonar es menor de 4 min y el tiempo transcurrido entre la parada y la desfibrilación, menor de 12 min<sup>1</sup>.

## ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS DESFIBRILADORES

### Morfología de la onda

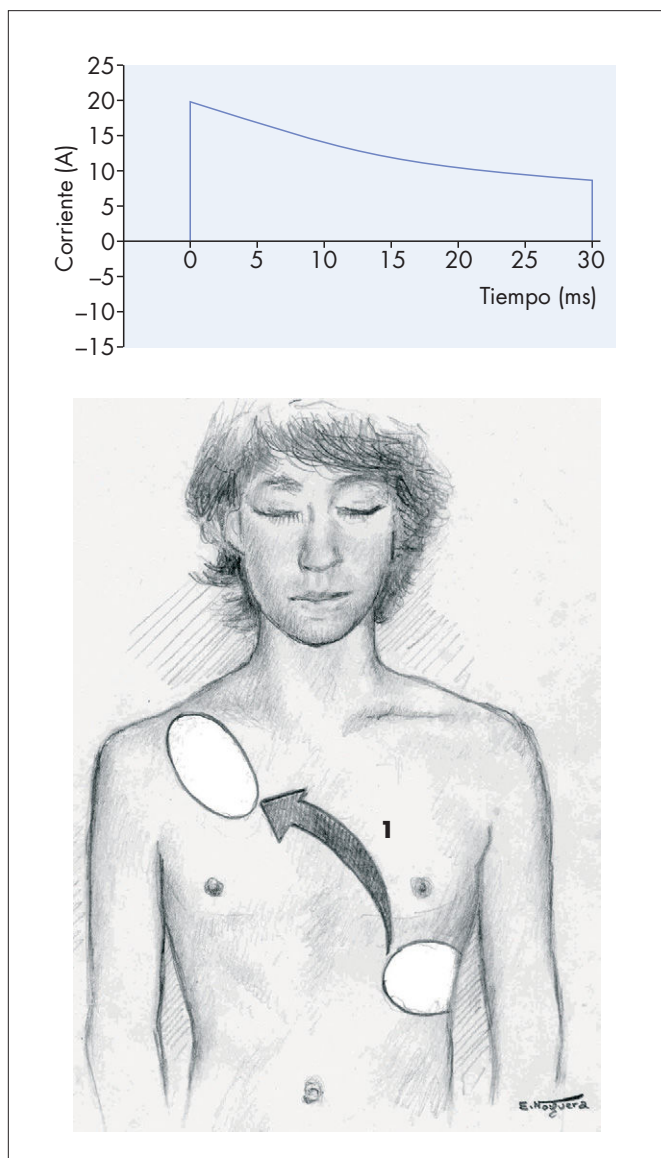
La despolarización de la masa crítica miocárdica puede conseguirse haciendo pasar a su través una dosis suficiente (en J/kg) de una corriente con una forma de onda monofásica (fig. 2). Este tipo de onda era el generado por los desfibriladores "clásicos". Diversas investigaciones en este campo han demostrado que la aplicación de descargas de corriente bifásica, que realizan un "viaje de ida y vuelta" a través del miocardio (fig. 3), consiguen el mismo efecto que las ondas monofásicas con una dosis mucho menor (alrededor de la mitad). Por ello, todos los dispositivos actuales de desfibrilación, sean manuales o automáticos generan ondas de tipo bifásico.

### Desfibriladores manuales

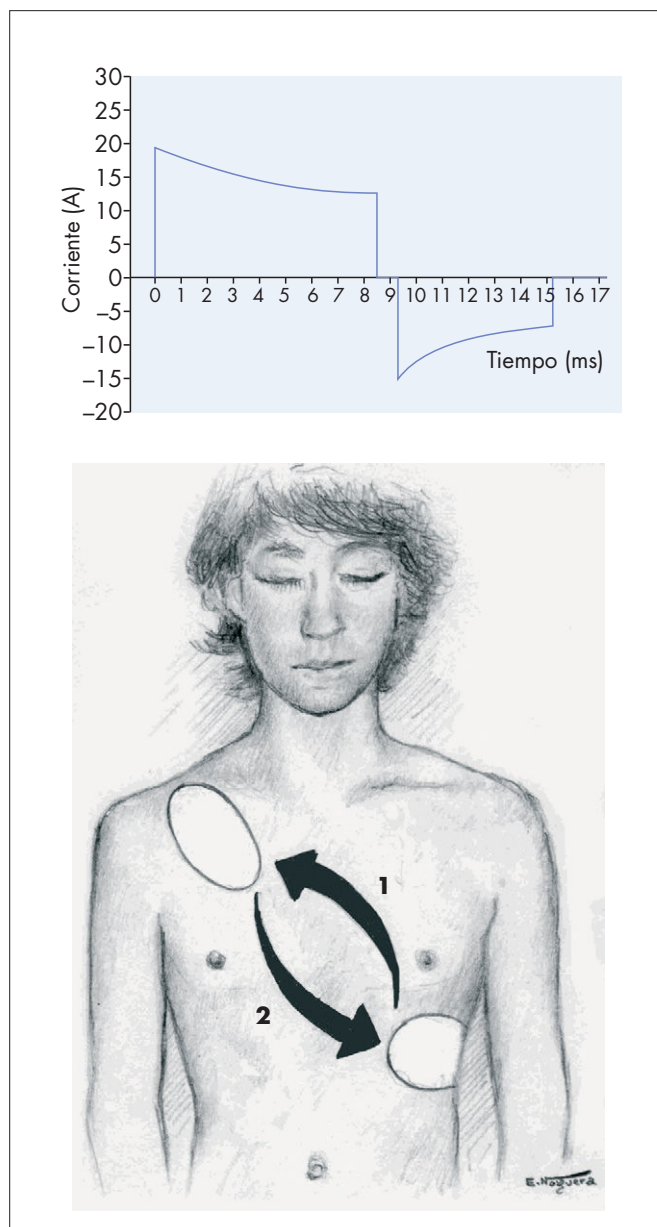
Existen múltiples modelos de desfibrilador, pero todos ellos constan al menos de una pantalla en la que se registra el trazado ECG del paciente, un mando para seleccionar la dosis de energía que se quiere administrar (suele estar señalado con el número 1), un botón para cargar el aparato con dicha dosis (indicado con el 2) y otro para realizar la descarga en el paciente (botón número 3). Suelen incluir un sistema de registro en papel del ritmo cardíaco. La monitorización del ECG puede realizarse mediante 3 cables conectados a electrodos adhesivos de monitorización, mediante las palas de desfibrilación o mediante electrodos adhesivos de desfibrilación. La descarga sólo puede hacerse a través de los 2 últimos dispositivos (fig. 4).

### Desfibriladores semiautomáticos

Se trata de aparatos sofisticados de pequeño tamaño capacitados para analizar el ritmo cardíaco y decidir si corresponde a un ritmo desfibrilable o no (fig. 5). En caso de respuesta positiva, el aparato avisa al operador mediante un mensaje de voz y encendiendo una luz de que se recomienda una descarga y que carga una dosis fija de energía, que oscila entre 150 y 360 J (según las marcas). A continuación, el aparato indica al operador que cuando lo considere conveniente puede proceder a administrar la descarga eléctrica oprimiendo el botón correspondiente. Estos aparatos van provistos de una tarjeta de memoria que graba no sólo el ritmo cardíaco detectado en cada momento, sino también las descargas realizadas y las conversaciones de los reanimadores. Dado que estos dispositivos son utilizados



*Figura 2. Ejemplo de onda monofásica exponencial truncada y esquema de su recorrido tras una descarga.*



*Figura 3. Ejemplo de onda bifásica exponencial truncada y su recorrido tras una descarga.*

habitualmente por personal no médico, es esencial que después de cada utilización el operador revise su actuación, registrada en dicha tarjeta, bajo la supervisión de un médico.

Los desfibriladores semiautomáticos están capacitados para reconocer los ritmos desfibrilables también en pacientes pediátricos por encima del año de edad, por lo que se recomienda su aplicación a partir de esa edad<sup>3-5,10,11</sup>. Cara a ajustar la dosis de energía a la teóricamente ideal para los niños se han ideado diversos dispositivos atenuadores de dosis, que permiten que de la energía liberada por el aparato (entre 150 y 360 J) sólo lleguen al niño entre 50 y 75 J (fig. 6). De todos modos, existen evidencias que indican que los niños pueden tolerar dosis de desfibrilación de adultos. Por ello, si no se dispone de los atenuadores, se recomienda que se utilice el dispositivo estándar (de adultos) en los niños<sup>3-5</sup>.

### Procedimiento de desfibrilación manual

La desfibrilación manual no debe ser un procedimiento aislado, sino que debe integrarse en la secuencia de reanimación cardiopulmonar avanzada y debe ser realizada por personal experto en

su manejo<sup>1,4,5,12</sup>. De forma general, los pasos que se deben llevar a cabo son los siguientes:

1. Encender el aparato.
2. Colocar las palas (con gel conductor) o los electrodos adhesivos en posición anterolateral (infraclavicular derecha-ápex) u otra alternativa.
3. Asegurarse de que el contacto de las palas con el tórax es adecuado.
4. Evaluar el ritmo cardíaco.
5. Seleccionar la dosis de energía correspondiente al paciente (4 J/kg).
6. Cargar el aparato.
7. Esperar a que el aparato indique mediante sonido y texto que la carga se ha completado.
8. Asegurarse de que ni el operador ni otras personas estén en contacto con el paciente.
9. Comprobar que no hay una fuente de oxígeno cerca de las palas.





**Figura 4.** Ejemplo de desfibrilador manual.



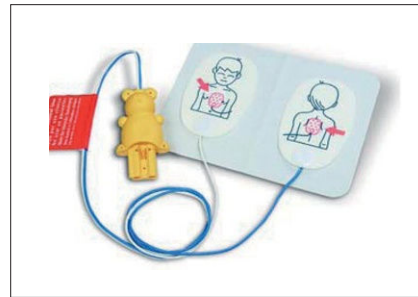
**Figura 5.** Desfibrilador semiautomático externo.

10. Avisar en voz alta de que se va a realizar la descarga.
11. Oprimir simultáneamente los 2 botones de descarga en las palas o el botón de descarga en el aparato cuando se utilizan electrodos.
12. Comprobar que se ha producido la descarga (contracción tónica del paciente y línea isoelectrica en el monitor).
13. Evaluar el ritmo cardíaco resultante.
14. Comprobar si dicho ritmo genera pulso palpable.

## PROCEDIMIENTO DE DESFIBRILACIÓN SEMIAUTOMÁTICA

La desfibrilación semiautomática se incluye y debe estar integrada en la reanimación cardiopulmonar básica instrumentalizada<sup>1,4,5</sup>. El manejo de estos aparatos es muy sencillo, ya que están provistos de una grabación de voz que guía al usuario a través de los distintos pasos e incluso recomienda realizar maniobras de reanimación cardiopulmonar cuando la descarga no está indicada. De forma general, los pasos a llevar a cabo son los siguientes:

1. Encender el aparato.
2. Conectar los electrodos al aparato.
3. Colocar los electrodos adhesivos en posición antero-lateral u otra alternativa.
4. No tocar al paciente y permitir que el aparato analice el ritmo cardíaco (precisa entre 5 y 15 s).
5. Si está indicada la descarga, el aparato avisa con mensaje de voz y realiza la carga de energía.
6. Una vez cargado, el aparato recomienda dar una descarga mediante un mensaje de voz y luz parpadeante.
7. El operador debe analizar la situación para comprobar que nadie toca al paciente y no hay otros riesgos.



**Figura 6.** Ejemplo de dispositivo atenuador de dosis para desfibrilación semiautomática.

8. El operador avisará de la descarga y oprimirá el botón correspondiente.
9. El aparato informa de que se ha realizado la descarga y que procede a analizar el ritmo cardíaco resultante.
10. El aparato aconseja continuar con las medidas de reanimación cardiopulmonar.

## ASPECTOS PRÁCTICOS DE LA TÉCNICA

### Tamaño de las palas-electrodos

Se recomienda utilizar las palas pequeñas (de 4,5 cm de diámetro) en los lactantes y los niños que pesen menos de 10 kg, usando las grandes (de 8-12 cm) en los demás casos.

### Interfase pala-piel

Para disminuir la impedancia cutánea y torácica es precisa una interfase conductora entre la piel y las palas. Tanto las palas con gel como los electrodos auto-adhesivos son efectivos. No se debe usar gel de ultrasonidos ni gasas impregnadas en suero salino o alcohol.

### Posición de las palas

Aplicar las palas firmemente en el pecho, en la posición antero-lateral (una debajo de la clavícula derecha y la otra en la axila izquierda; fig. 7). Si las palas son demasiado grandes con lo que quedarían demasiado cerca, con peligro de generar un arco eléctrico (chispazo) entre ambas, una se colocará en la parte superior de la espalda, debajo de la escápula izquierda y la otra por delante, a la izquierda del esternón (posición antero-posterior). Es esencial conseguir una posición que maximice el paso de la corriente eléctrica a través del miocardio (fig. 7).

### Fuerza óptima

Aplicar una fuerza de 3 kg en los niños de menos de 10 kg y 5 en los niños mayores.

### Dosis

La dosis pediátrica ideal en términos de seguridad y eficacia es desconocida, aunque se sabe que las descargas bifásicas son al menos tan efectivas y producen menor disfunción miocárdica postshock que las monofásicas. Los modelos animales indican que los resultados son mejores con 4 J/kg y que dosis mayores (hasta 9 J/kg) han desfibrilado a niños sin efectos adversos evidentes<sup>1,3-5</sup>. Por ello, se recomienda utilizar de forma general dosis de 4 J/kg con independencia del tipo de onda. En niños mayores de 8 años se utilizarán las dosis de adultos, es decir 360 J

en caso de disponer de un aparato monofásico y entre 150 y 200 J en caso de que sea bifásico. Cuando se utiliza un desfibrilador semiautomático, se recomienda un dispositivo atenuador de dosis (que consiga una descarga entre 50 y 70 J) en los niños entre 1 y 8 años, mientras que se utilizarán dosis de adultos (150-360 J, según los casos) en niños mayores de 8 años. No hay evidencias suficientes para recomendar o desaconsejar la desfibrilación semiautomática en los menores de 1 año<sup>3-5</sup>.

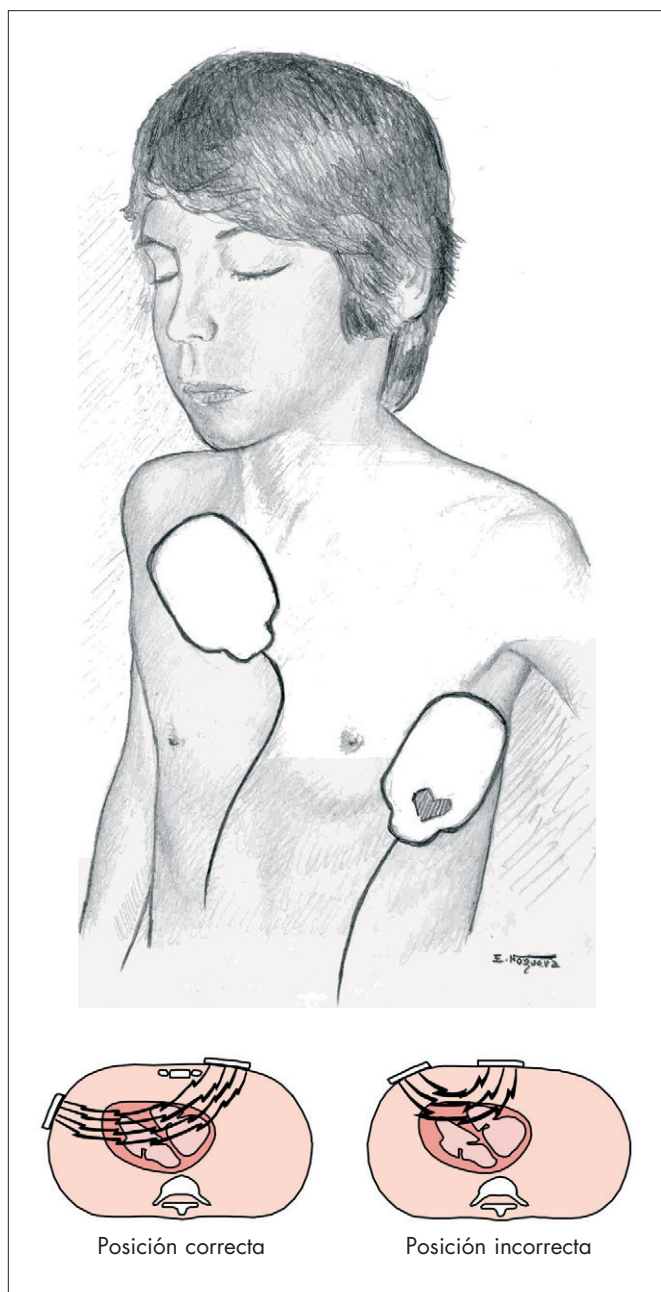
## BIBLIOGRAFÍA



● Importante    ●● Muy importante

■ Epidemiología

- Deakin CD, Nolan JP. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation*. 2005;67S1:S25-37.
- Greene TO, Mittleman RS. Cardioversion and defibrillation. En: Rippe JM, Irwin RS, Fink MP, Cerra FB, Curley FJ, Heard SO. *Procedures and techniques in intensive care medicine*. Boston: Little, Brown and Company; 1995. p. 81-92.
- Samson R, Berg R, Bingham R, PALS Task Force. Use of automated external defibrillators for children: an update. An advisory statement from the Pediatric Advanced Life Support Task Force, International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation*. 2003;57:237-43.
- International Liaison Committee on Resuscitation. Part 6. Paediatric basic and advanced life support. *Resuscitation*. 2005;67:271-91.
- Biarent D, Bingham R, Richmond S, Maconochie I, Wyllie J, Simpson S, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation*. 2005;67S1:S97-133.
- López-Herce J, García C, Domínguez P, Rodríguez-Núñez A, Carrillo A, Calvo C, et al. Outcome of out-of-hospital cardiorespiratory arrest in children. *Pediatr Emerg Care*. 2005;21:807-15.
- Rodríguez-Núñez A, López-Herce J, García C, Carrillo A, Domínguez P, Calvo C, et al. Effectiveness and long-term outcome of cardiopulmonary resuscitation in paediatric intensive care units in Spain. *Resuscitation*. En prensa [2006].
- Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, Osmond MH, Wells G, Nesbitt L, et al. Out-of-hospital pediatric cardiac arrest: an epidemiologic review and assessment of current knowledge. *Ann Emerg Med*. 2005;46:512-22.
- Ong M, Stiell I, Osmond MH, Nesbitt L, Gerein R, Campbell S, et al. Etiology of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by coroner's diagnosis. *Resuscitation*. 2006;68:335-42.
- Atkins DL, Jorgenson DB. Attenuated pediatric electrode pads for automated external defibrillator use in children. *Resuscitation*. 2005;66:31-7.
- Berg RA. Attenuated adult biphasic shocks for prolonged pediatric ventricular fibrillation: support for pediatric automated defibrillators. *Crit Care Med*. 2004;32:S352-5.
- Scarfone RJ. Cardioversion and defibrillation. En: Henretig FM, King C, editors. *Textbook of pediatric emergency procedures*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997. p. 313-26.



**Figura 7.** Lugar de colocación de las palas-electrodos (posición anterolateral).