

DEFIBRILADORES

| | |
|--|-----------|
| 1. CONCEPTO GENERAL DE DEFIBRILACIÓN..... | 2 |
| 2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA DEFIBRILACIÓN..... | 4 |
| 2.1. TIPOS DE ONDA | 5 |
| 2.2. DIAGRAMA DE BLOQUES..... | 6 |
| 3. TIPOS DE ELÉCTRODOS | 8 |
| 4. MODO DE FUNCIONAMIENTO | 10 |
| 4.1. POTENCIAS MÁS USUALES..... | 10 |

1. Concepto general de desfibrilación

La desfibrilación sincronizada de las fibras del corazón, son el resultado de la activación por una red de células especializadas que transmiten, a partir de puntos particulares llamados nódulos, la excitación que corresponde al ritmo cardíaco y que permite realizar la importante función del bombeo. La rápida propagación de los potenciales de acción por la superficie de las aurículas provoca la contracción simultánea de estas dos cavidades del corazón y el bombeo de la sangre a los ventrículos a través de las dos válvulas auriculoventriculares. Después de un retraso temporal crítico, se activan sincronizados los potentes músculos ventriculares para bombear la sangre a la circulación pulmonar y a la circulación mayor.

En algunos casos este proceso normal sincronizado puede ser alterado y el registro del ECG puede presentar formas variadas como extrasistoles ventriculares, fibrilación auricular, fibrilación ventricular, etc.

La fibrilación corresponde a una acción desordenada de las fibras del miocardio (Fig. 1). Durante la fibrilación, en lugar de contracciones rítmicas normales de las aurículas y los ventrículos se produce una vibración irregular rápida de las paredes musculares, dejando de hacer su función de bombeo si esta situación se localiza en las cavidades motrices de la sangre. Si la fibrilación se produce en la musculatura auricular se llama fibrilación auricular, y si se produce en los ventrículos se conoce como fibrilación ventricular.

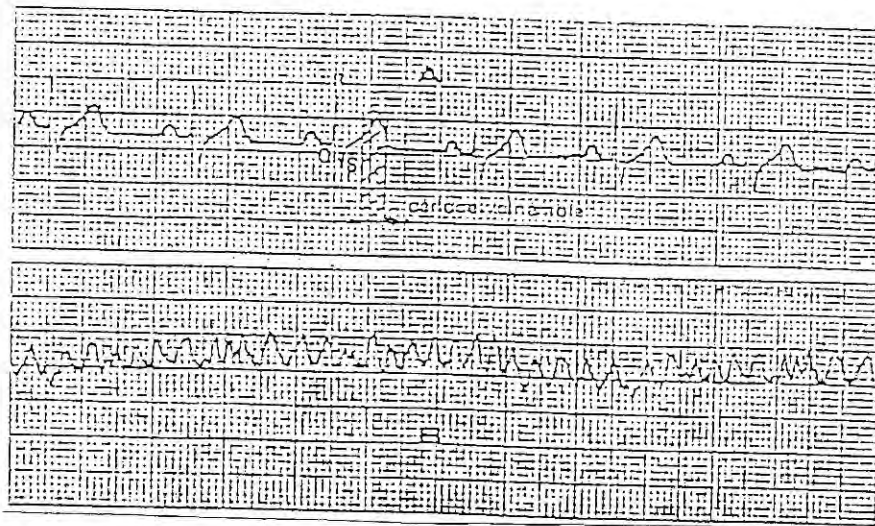


Fig. 1. A) Electrocardiograma normal. B) Electrocardiograma en fibrilación

Bajo condiciones de fibrilación auricular, los ventrículos todavía pueden funcionar normalmente pero responden con un ritmo irregular al bombeo de estimulación eléctrica proveniente de la aurícula en fibrilación.

Dado que la mayor parte del flujo sanguíneo en los ventrículos se produce antes de la contracción auricular, los ventrículos disponen todavía en este caso de sangre para el bombeo. De esta manera, aunque la fibrilación auricular se puede mantener la circulación, aunque no de una forma muy eficiente. Con todo, la sensación producida por la aurícula fibrilante y la acción ventricular irregular pueden ser completamente traumáticas para el paciente.

La fibrilación más peligrosa es la ventricular, dado que los ventrículos en estas condiciones son incapaces de bombear sangre y hay un riesgo de lesiones irreversibles en pocos minutos.

La fibrilación ventricular suele ser la fase final de alguna alteración del ritmo cardíaco como mínimo:

- La taquicardia ventricular
- El infarto de miocardio
- Una electrocución
- Un choque o golpe violento
- Una asfixia o un ahogo

Una vez iniciada la fibrilación por sí misma no se corrige y para salir de esta situación se tiene que hacer un ajuste externo.

En ciertas intervenciones de cirugía cardíaca bajo circulación extracorpórea, la fibrilación se provoca para poder trabajar con el corazón inmóvil y esto se puede conseguir de diversas maneras:

- Con la utilización de fármacos
- Con el enfriamiento del músculo cardíaco
- Por la aplicación con un fibrilador de una pequeña corriente alterna de 50 Hz. inyectada en el corazón.

2. Principio de funcionamiento de la desfibrilación

A lo largo del tiempo se ha probado como sistema para desfibrilar pacientes, los métodos mecánicos como el masaje cardíaco, pero el método con más éxito es la aplicación de una descarga eléctrica en la zona del corazón. Dado que las fibras del miocardio responden a la excitación eléctrica, si se aplica una corriente suficiente para contraer toda la musculatura cardíaca simultáneamente durante un corto período de tiempo y después se retira, todas las fibras del miocardio entran a la vez en su período refractario reflejo, después del cual se puede reiniciar la acción cardíaca normal.

El descubrimiento de este fenómeno llevó a que se utilizase bastante este método el uso de la desfibrilación aplicando en el pecho del paciente un pulso breve (0,25 a 1 segundo) de corriente alterna de 60 Hz con una intensidad de unos 6 amperios. Esta aplicación de una descarga eléctrica para sincronizar el corazón se denomina a veces "contrachoque". Si el paciente no respondía, se repetía la descarga hasta que se produjera la desfibrilación. Este método se conocía como desfibrilación por corriente alterna y aparecieron en el mercado muchos desfibriladores de este tipo que encontraron su aplicación en la mayoría de hospitales.

Sin embargo, se pueden atribuir varias desventajas en la desfibrilación por corriente alterna. Frecuentemente eran necesarios varios intentos para corregir la fibrilación ventricular. Y la desfibrilación por corriente alterna no se podía hacer servir con éxito para corregir la fibrilación auricular. De hecho, los intentos de corregir la fibrilación auricular con este método ocasionaban frecuentemente una fibrilación ventricular más grave.

En el año 1960 algunos investigadores empiezan a trabajar con corriente continua para la desfibrilación. Se probaron diferentes esquemas y formas de onda hasta que a finales de 1962 el Doctor Bernard Lown del Harvard School of Public Health y Peter Bent Brigham Hospital desarrollaron un nuevo método de desfibrilación con corriente continua, que actualmente es el que se utiliza..

En este método se carga un condensador a una tensión continua elevada y, en un instante crítico se descarga el condensador en pocos milisegundos a través del pecho del paciente. Se encontró que este método de desfibrilación no solamente tenía más éxito que el método de corriente alterna para corregir la fibrilación ventricular, sino que además se puede utilizar para la desfibrilación auricular y diferentes arritmias.

El método de corriente continua requiere pocas repeticiones y es menos propensa a dañar al paciente.

El principio del funcionamiento es la carga y descarga controlada de un condensador.

2.1. Tipos de onda

En el método de Lown la descarga de energía del condensador oscila entre 100 y 400 vatios por segundo o julios. El tiempo de los impulsos de descarga está generalmente entre 2,5 y 5 milisegundos. La forma de onda es aproximadamente la de la figura 2.

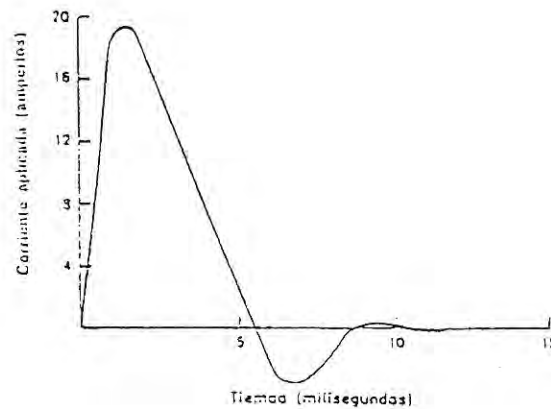


Fig. 2 Forma de onda de descarga de un desfibrilador de Lown.

Se utiliza una inductancia para amortiguar la onda y eliminar el agudo pico de corriente que de lo contrario se producirá al principio de la descarga.

Incluso con la onda de Lown, hay peligro de dañar la superficie del miocardio o la piel en el punto de aplicación, dado que se utilizan tensiones de 6.000 y 7.000 voltios. Para reducir este riesgo, en un determinado tipo de desfibrilador comercializado se utiliza un sistema de descarga mediante una línea de retraso que incorpora dos bloques condensadores - inductancia. Con este método se puede utilizar una forma de onda de doble pico de duración más grande y tensión mucho menor. La desfibrilación efectiva se puede conseguir de 80 a 140 vatios por segundo. En la figura 3 se muestra la onda de un desfibrilador con línea de retardo.

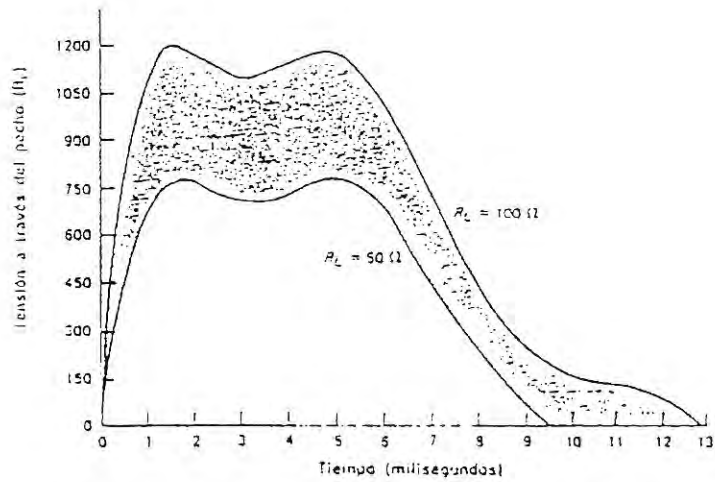


Fig. 3. Forma de onda de un desfibrilador con línea de retardo.

2.2. Diagrama de bloques

En la figura 4 se muestra un circuito típico de desfibrilador y la figura 5 el esquema de un desfibrilador más completo.

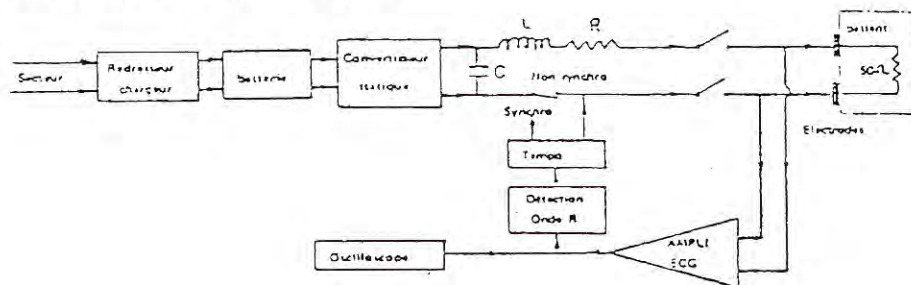


Fig. 4. Esquema sinóptico de un desfibrilador.

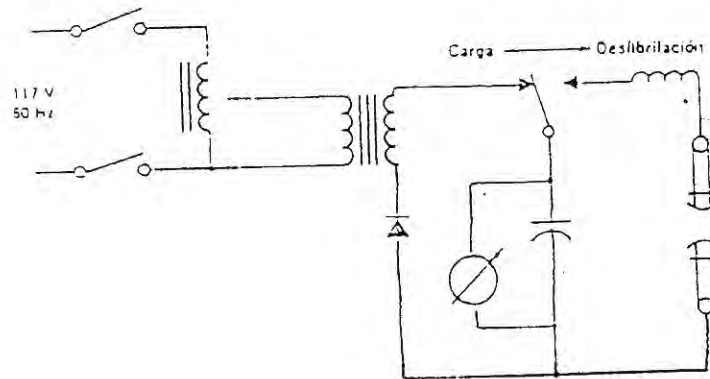


Fig. 5. Circuito desfibrilador C.C.

Una batería de 6 a 12 voltios se mantiene constantemente cargada mediante la red y esta es la fuente de energía del aparato.

Esta batería tiene que ser capaz de suministrar energía para a un mínimo de 6 descargas cada 2 minutos, hasta unas 40 descargas. Un comprobador permitirá apreciar constantemente el estado de carga de las baterías, pero no será fiable si no podemos hacer un test de descarga de la batería sobre una carga ficticia.

La tensión de la batería de 6 a 12 voltios se transforma en alta tensión continua regulable (de 500 a 5000 voltios) mediante un convertidor estático.

Esta operación se realiza en 3 pasos:

1. Recorte por multivibradores.
2. Amplificación por transformador
3. Conversión a continua.

La alta tensión disponible se aplica a un condensador, que acumula al cargarse una energía regulable de hasta 400 julios. Durante la carga no puede disipar o emitir esta energía hasta que el condensador no tenga la tensión deseada, en este momento una señal nos informará de que la descarga puede producirse.

La desfibrilación consiste en descargar por conmutación de un relé la alta tensión del condensador, a través de una bobina que alarga el paso de corriente al variar la impedancia de carga del paciente, dado que su impedancia transitoria es muy baja.

Se han experimentado diversas formas de onda de descarga (trapezoidales, sinusoidales, amortiguadas... etc.) pero el máximo efecto se produce con el pico más grande de descarga que corresponde a la intensidad más grande.

La energía teórica acumulada por el condensador viene dada por la fórmula:

$$W = \frac{1}{2} * C * V^2$$

donde C es la capacidad y V la tensión de carga (ver Fig. 6)

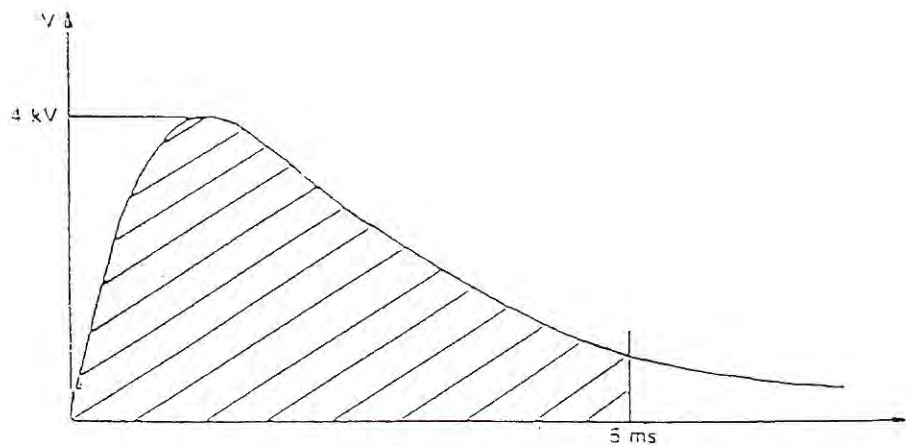


Fig. 6. Curva de descarga de corriente. La energía suministrada al paciente corresponde a la zona rallada.

En realidad la energía aplicada al paciente es más pequeña y depende de su impedancia transitoria para un tiempo determinado.

Los desfibriladores están graduados en energía teniendo en cuenta una carga de una impedancia de 50 Ω .

3. Tipos de electrodos

Los electrodos aseguran la continuidad eléctrica del equipo hasta el paciente. Para aumentar la eficacia de la descarga se minimiza la resistencia de contacto con el paciente aplicando gel conductor o suero fisiológico entre cada electrodo y en la piel del paciente. Cuanto más baja sea la impedancia de carga, más corriente podemos aplicar al corazón.

Los electrodos pueden ser tipos adulto o pediátrico y desmontables o no, y es preferible que los electrodos estén siempre conectados al equipo para reducir los riesgos de mal contacto y el encuentro en caso de urgencia. La descarga no puede aplicarse si los electrodos no son disparados simultáneamente con los pulsadores que llevan.

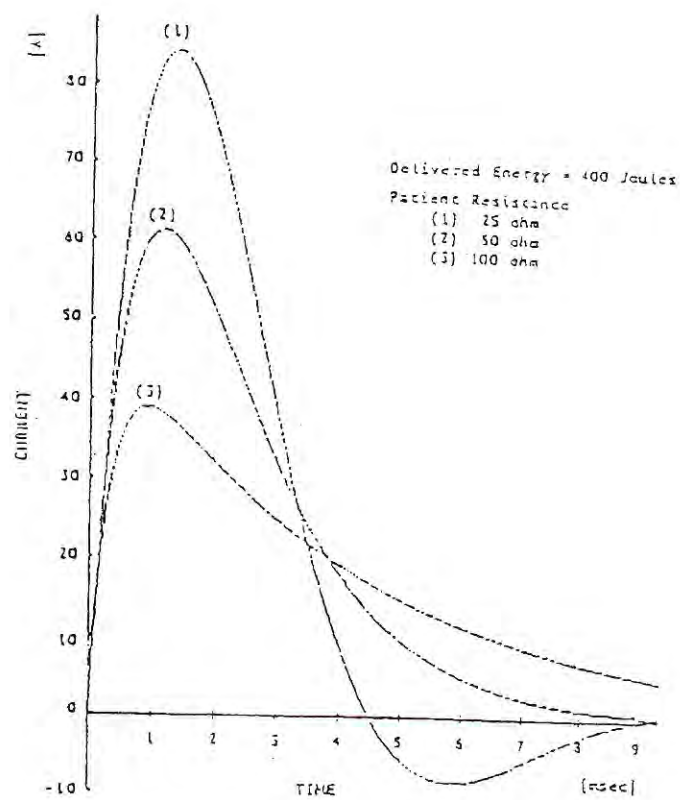


Fig. 7. Curva de descarga en función de la resistencia.

Esta seguridad suprime el riesgo de disparo involuntario y al mismo tiempo las manos del operador se encuentran ocupadas con los electrodos, y no hay el riesgo de tocar al paciente involuntariamente con el riesgo de fibrilación que comporta así dado que parte de la descarga podría ir a parar al operador.

En algunos equipos es posible recargar los condensadores a partir de los electrodos.

Otro tipo de electrodos son los de aplicación interna, en algunos casos de cirugía cardíaca donde el corazón está accesible es posible aplicar los electrodos directamente al corazón (aplicación epicardiaca). Esto consiste en aplicar los electrodos directamente en el corazón, estos tienen forma de cuchara y la energía aplicada es menor.

4. Modo de funcionamiento

Para evitar la posibilidad de fibrilación ventricular ocasionada por la aplicación de un pulso de corriente continua para desfibrilación auricular o para corregir algún otro tipo de arritmia, la descarga del condensador se tiene que sincronizar con el electrocardiograma ECG. El instante óptimo para la descarga es inmediatamente después del tramo descendiente de la onda R. Se ha de evitar particularmente el tiempo próximo a la aparición de la onda T, dado que éste es el período de más susceptibilidad del corazón a la fibrilación ventricular. La mayoría de los desfibriladores modernos incluyen dispositivos para sincronizar el impulso de descarga con el ECG.

Cuando se sincroniza con el ECG con el simple cierre de los pulsadores de los electrodos permiten que el desfibrilador descargue en los instantes siguientes a la aparición de la parte apropiada del ciclo ECG.

En definitiva, dos modos de funcionamiento son posibles, sincronizado y no sincronizado. Como hemos descrito, la posición sincronizada está reservada a reducir los problemas del ritmo cardíaco practicándolo sin urgencia y por especialistas entrenados, los equipos sincronizados ha de tener la monitorización del ECG.

En caso de gran urgencia y especialmente en fibrilación ventricular el desfibrilador se ha de utilizar en desfibrilación no sincronizada.

4.1. Potencias más usuales

En aplicación exterior por fibrilación ventricular se suele aplicar una descarga de hasta 400 julios con una duración inferior a 20 ms con electrodos de 8 a 12 cm. de diámetro. En aplicación interna se aplican descargas de 10 a 50 julios. Para pediatría externa hasta 100 julios.

Xavier Pardell