

## 除細動

Defibrillation

花田 裕之\*

Hiroyuki Hanada

◆key words : 高エネルギー非同期通電, 安全確認, 二相性, 単相性

### はじめに

一般的に「除細動」といえば、頻脈性不整脈に対して電気的刺激または薬剤により、心室細動または心房細動を正常洞調律に戻す治療をいう。しかし、ここでは心肺蘇生における「除細動 (defibrillation)」なので、心室細動 (VF) または無脈性心室頻拍 (pulseless VT) を停止させるために行う、高エネルギー非同期通電による電気的治療のことに絞って取り扱う。

### 現在、除細動に用いられている機器

現在除細動に用いられている機器は、①(マニュアル)除細動器、②自動体外式除細動器 (automated external defibrillator ; AED)、③植え込み型除細動器 (implantable cardioverter defibrillator ; ICD) の3つである。このなかで心肺蘇生に用いられているのはマニュアル除細動器と AED であるため、ここではこの2つについて述べる。ICD については植え込まれている患者が心停止で運ばれてきたときにどのように対処するかが問題であり、それについては後述する。

### 除細動器はいつ用いるか

心停止リズムは3つに分類される。電気的治療が可能な VF、pulseless VT と無脈性電気活動 (pulseless electrical activity ; PEA) と心静止 (asystole ; Asys) である。呼吸がないか死戦期呼吸を呈しており、内頸動脈 (乳児では上腕動脈または大腿動脈) で脈が触知できず、そのリズムが VF または pulseless VT の場合が除細動の適応である。心停止と判断したなら、AED またはマニュアル除細動器は可及的速やかに使用する。使用可能になるまでの間は質の高い胸骨圧迫と人工呼吸が大切である。蘇生アルゴリズムでは、2分間ごとの胸骨圧迫と人工呼吸の後、リズムチェックで VF または pulseless VT ならば除細動を行う (図1)<sup>1)</sup>。

### 除細動の具体的方法

#### 1. AED

AED の使用法は、①電源を入れる、②パッドを貼る、③心電図を解析させる、④除細動スイッチを押す、だけである。基本的にまったく医療の知識がない者が使えるように設計されたものであり、基本的にはスイッチを入れたら音声が入力がすべてを案内するので、それに従えばよい。

①電源は、スイッチを押すものとふたを開けると自動的にスイッチが入るものがある。

②パッドは、小児用と大人用が用意されているものがあり、小児用を大人には使ってはならない (逆は可能)。小児用はパッドで区別するものとスイッチで切り替えるものがある。パッドを貼る位置は基本的にはパッドに図示されているが、心臓を挟み込むイメージで貼る。パッチ剤や ICD、ペースメーカーの上には直接貼らない。前胸部が濡れていたら拭いてから貼る。

③今のところ胸骨圧迫を行いながら心電図解析が可能な機種はないため、心電図解析のためには一次的に胸骨圧迫を中断する必要がある。

④充電が終わると除細動スイッチは点滅する。周りの人々と自分が除細動の対象者から離れているのを確認してからスイッチを押して放電する。

⑤電流が流れると傷病者は筋肉が収縮してビクンと動く。直後から (このときだけは音声メッセージを待つ必要はない) 胸骨圧迫を開始する。

⑥ AED は2分ごとに心電図解析を行うが、そのときには音声知らせるので、それまで質の高い胸骨圧迫と人工呼吸を続ける。

研修医を受け入れている施設には必ず AED の練習器があるので、練習しておくとともに、自分の施設にある AED がどのようなタイプの機器なのかを、確認しておくのが重要である。各種講習会が開催されているが、心肺蘇生のスキルの維持には2年以内の再講習が推奨されており<sup>1)</sup>、くり返し練習する機会を持つようにする。

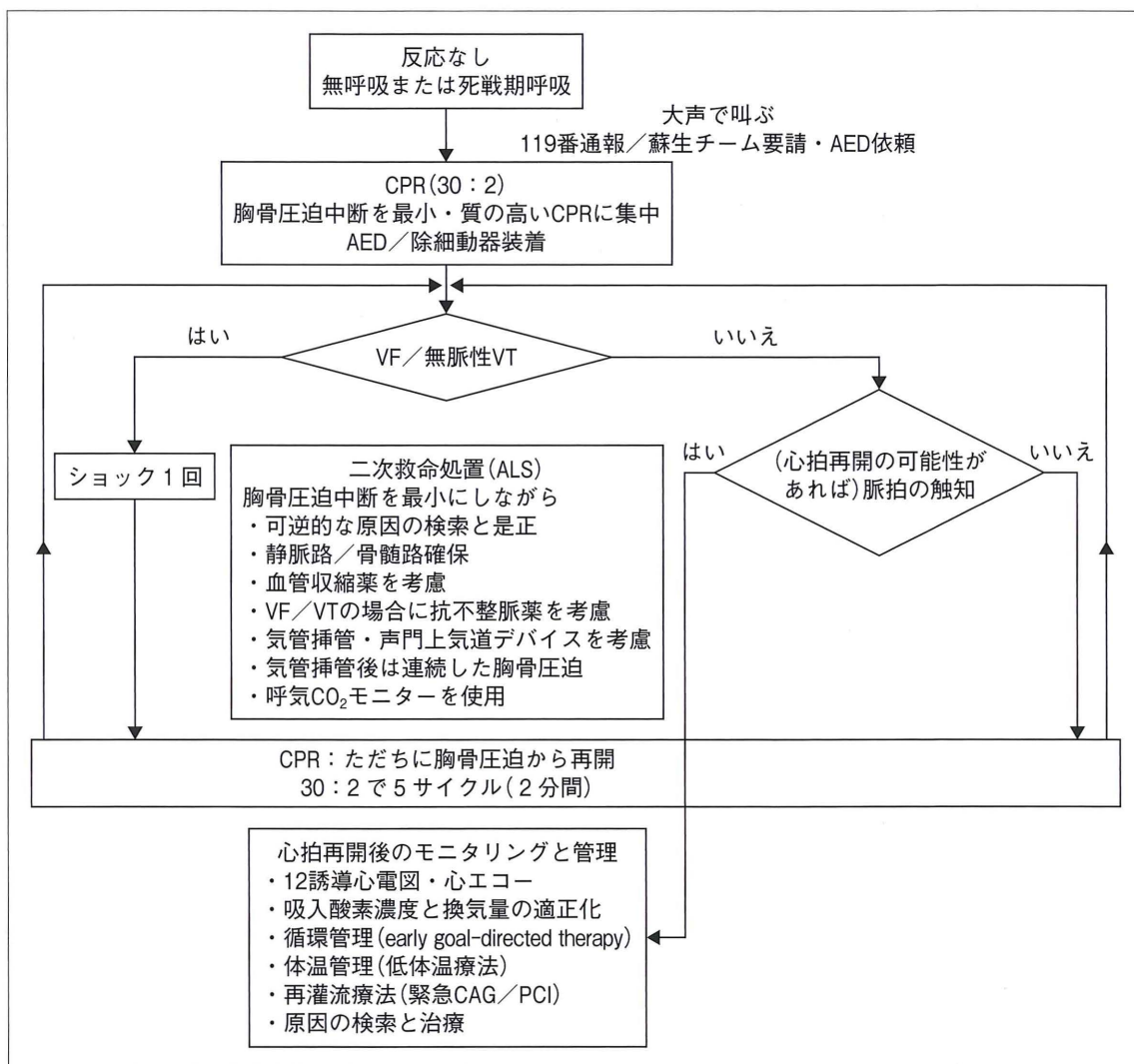
#### 2. マニュアル除細動器

マニュアル除細動器と AED のどちらが蘇生の予後改善するかというデータは今のところ明らかではない。マニュアル除細動器は使い方に慣れる必要があるが、心電図解析に時間をかけずに除細動が可能である。胸骨圧迫の一時停止から除細動までの時間は短いほど除細動率が高くなることが報告されており<sup>2)</sup>、可能な限りマニュアル除細動器が蘇生現場では用いられている。図2、3に日本国内で用いられている主なマニュアル除細動器を示した。

①まずは、自分の施設にどの除細動器があるのかを確認する。その除細動器が二相性なのか、単相性なのかを確認する。エネルギースイッチ (多くの場合ダイヤル) の最高ジュール数が360以上なら単相性で、そうでなければ二相性である。

②電源を入れる。多くの場合は除細動エネルギーの変

\* 弘前大学医学部救急災害医学講座



〔文献1〕p 52より引用・改変〕

図1 心停止アルゴリズム

更ダイヤルが電源スイッチになっている。このスイッチでAEDとして使用可能な機器も増えている。

③機器の推奨ジュールにダイヤルを合わせる。推奨ジュール数のところには何らかの印がある。推奨エネルギー（ジュール）がわからないときは、二相性なら200ジュール，単相性なら360ジュールを選択する。

④パッドまたはパドルを患者に密着させる。パドルの場合はパドルと皮膚の間の電気抵抗を減らすジェルパッドなどを必ず用いる。胸骨圧迫の中断時間をなるべく短くする，電気抵抗を減らす，という観点からは，蘇生中は除細動用の粘着パッドを用いるほうがよい。

⑤パッドなら本体の充電ボタンで，パドルならパドルの充電ボタンで充電する。パッドなら，充電中も胸骨圧迫が可能である。

⑥周り自分と自分が除細動の対象者から離れているのを確認してスイッチを押して放電する。パッドなら本体，パドルならパドルに放電スイッチがある。パドルの場合は2つの放電スイッチを同時に押す。最近の機種はすべて，電源とエネルギー変換スイッチに1，充電スイッチに2，

放電スイッチに3のマークがついている（図4）。基本的にはこの順番に使えばよいが，機器に慣れるためにも院内での蘇生場面に積極的に参加するとともに，二次救命措置の講習会に参加してシミュレーターで実際に除細動器を使ってみることが大切である。

#### 注意すべきこと

##### 1. 安全確認

高エネルギーの放電であり，自分を含めて周りの者が傷病者から離れているのを確認して，放電すること。蘇生現場は混乱していることが多い。大きな声とパッド使用時にはジェスチャーも入れて安全確認をする。

##### 2. 高流量酸素

胸壁面に高流量酸素が流れないようにする。火花が散る可能性がある。閉鎖された回路内に高流量酸素が流れている場合や低流量酸素がカニューレで用いられている場合は，そのままでもかまわない。

##### 3. マニュアル除細動器のその他の機能

・モニター心電図が間に合わないときは，パドルをあて





ハートスタート MRX  
(Philips)



ハートスタート XL  
(Philips)



TEC5531Cardiolife  
(日本光電)



TEC7751Cardiolife  
(日本光電)



ライフパック12  
(Medtronic)



ライフパック20e  
(Medtronic)

図2 二相性除細動器



FC1700 (フクダ電子)

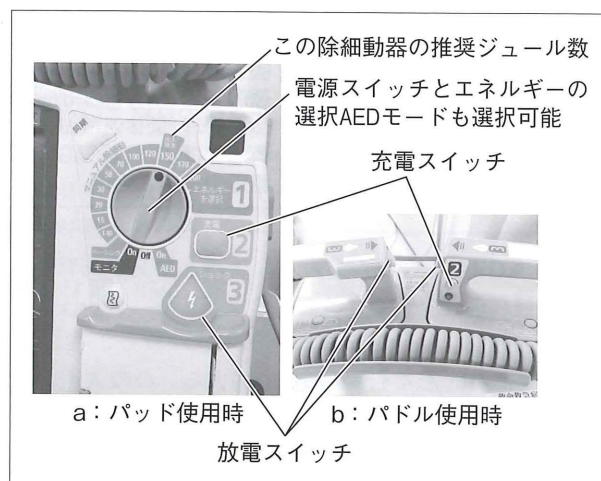


FC200 (フクダ電子)

図3 単相性除細動器

て誘導をパドルにすると心電図が確認可能である。

- ・オプションにもよるが、多くの機種では経皮ペースティング機能も備えている。一度シミュレーターなどで使い方を習得しておく。
- ・頻拍の治療のため、同期通電機能がある。同期が入っていると除細動器は心電図のR波を探して放電するので、VFのときには同期スイッチが入っていると放電されないことがある。蘇生のときは基本的には使わない。
- ・ICDが入っている患者の場合も、パッドをICDの上に貼らないようにして、除細動すればよい。ICDは6回までショックが行われるようにプログラムされており、ほとんどの場合はICDの作動は終わっている。それでもVFまたはpulseless VTが続いているのなら、迷わず外部から除細動すればよい。
- ・小児用に小さなパドルが装備されている機種もある(図5)。

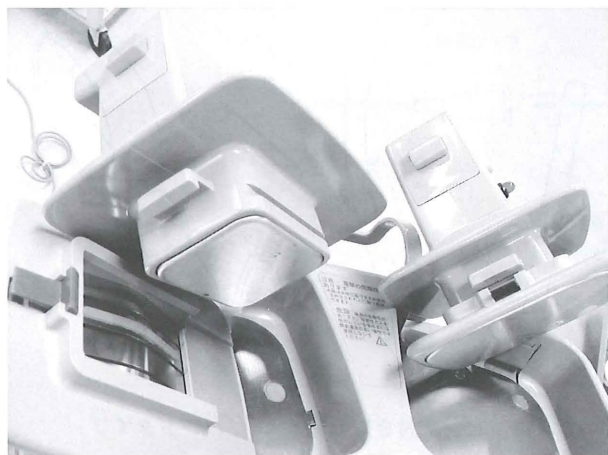


例としてハートスタート MRX (Philips) を提示。1 が電源とジュール選択、2 が充電、3 が放電スイッチ。パッド使用時は a のスイッチを使用。パドル使用時は 2 と 3 は b のパドルのスイッチを使用

図4 除細動器のスイッチ

#### 電氣的除細動はなぜ効くのか？

VFでは、心室筋の至る所で小さなリエントリーが起こっている。外部からの電気エネルギーにより心臓細胞は脱分極する。すなわちいったん脱分極して電氣的活動がおさまる。一部に脱分極しきらない領域が残ると、VFがそこから再発する。そのためすべての心筋を脱分極させる十分なエネルギーが必要である。いったん全心筋が電気活動を停止すると、一番自動能が高い洞結節が



例として Philips 社製ハートスタート MRX を提示。パドルの電極版をスライドさせると、小児用の小さなパドルになる

図5 小児用パドル

ら電気的活動が始まる。これによって心室細動→除細動→洞調律となる<sup>3)</sup>。

#### おわりに

使いこなしてみると、除細動器の機能は救急医療にとっていろいろ役立つように作られている。除細動器にはさまざまな機能がついており、最近の機種では呼吸終

末二酸化炭素濃度測定や、胸骨圧迫の速さ・深さをモニターしてくれる機能などのオプションを備えたものもある。すべてを使いこなせばもちろんいいが、最低限として除細動が的確にできるように、スイッチから、パドルの出し入れ、コード類の接続にいたるまで、実際の機器に触れながら覚えるのが重要である。循環器内科で心房細動に対して同期通電（カルディオバージョン）するときなどに積極的に参加して、実際に使ってみることを勧める。

自分しかなくて、マニュアル除細動器にどうしても自信がないときには、ためらわずに AED または AED モードを使う。

#### 【文 献】

- 1) 日本蘇生協議会・日本救急医療財団監：JRC 蘇生ガイドライン2010，へるす出版，東京，2011.
- 2) Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, et al : Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. Resuscitation 71 : 137-145, 2006.
- 3) Witkowski FX, Penkoske PA, Plonsey R : Mechanism of cardiac defibrillation in open-chest dogs with unipolar DC-coupled simultaneous activation and shock potential recordings. Circulation 82 : 244-260, 1990.

**救急医学** 2012年 **3**月号

**好評発売中!**

定価2,520円(税込)

**特集●研修医のためのER診療マニュアル① 症候学・鑑別診断編**