



Title	モニタリングと電気ショック
Author(s)	早川, 峰司
Citation	月刊レジデント, 2(7), 26-34
Issue Date	2009-07
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/48557">https://hdl.handle.net/2115/48557</a>
Type	journal article
File Information	2-7_26-34.pdf



### 3. モニタリングと電気ショック(タイトルを変更しました)

北海道大学病院

先進急性期医療センター

早川峰司

#### 学習目標

- Point 1 蘇生における心電図モニタの重要性が認識できる。
- Point 2 心電図モニタで心停止時の4つのリズムを判別できる。
- Point 3 電気ショックの手順を説明できる。
- Point 4 電気ショックを行う際の安全確保について説明できる。
- Point 4 効果的な電気ショックを行うためのポイントを説明できる。

#### Summary

- ① モニタよりも自分の五感を活用しろ！
- ② 蘇生の現場で重要なモニタは心電図モニタのみである。
- ③ 救命の為には胸骨圧迫の中断を最小限にした電気ショックが重要だ！

#### はじめに

現在、臨床で使用されているモニタリングには様々なものがある。しかし、心肺蘇生の現場で、必須なモニタリングは、心電図モニタであるといっても過言ではない。ここでは、提示された症例をもとに、なぜ、心電図モニタが重要であるかを考えてほしい。

## 症例1

65歳の男性。

30分ほど前から続く胸部不快感の為、夜間、救急外来を受診した。まず、研修医のA先生が診察することとなった。ベッドに横になっていただき、診察を開始しようとしたところ、胸苦が増強し、うなり声と共に様態が急変した。

A先生は、患者に呼びかけてみたが、反応がない。応援を要請すると共に、近くにあったモニタの自動血圧計のカフを患者の上肢にまき、血圧測定を開始した。また、パルスオキシメータの装着も行い、経皮的酸素飽和度(SpO<sub>2</sub>)の測定を試みた。しかし、血圧計は測定エラーを示すばかりで測定結果が得られず、パルスオキシメータもSpO<sub>2</sub>の値を検出できなかった。

その内に、上級医が応援に駆けつけてくれた。

## 症例1の解説

自動血圧計もパルスオキシメータも、非常に便利で使いやすいモニタである。しかし、患者の急変時に、最初に必要なモニタなのであろうか？その点を考えながら、症例2の経過を読んでほしい。

## 症例2

65歳の男性。

30分ほど前から続く胸部不快感の為、夜間、救急外来を受診した。まず、研修医のB先生が診察することとなった。ベッドに横になっていただき、診察を開始しようとしたところ、胸苦が増強し、うなり声と共に様態が急変した。

B先生は、患者に呼びかけてみたが、反応がない。まず、応援を要請した。その後、呼吸の確認を行った。しゃくりあげるような動きはわずかに認めるものの、胸の挙上は確認できなかった。患者の口元で呼吸音は聞こえず、呼気も感じることはできない。また、頸動脈を触れても脈拍は明らかに触知できなかった。このため、人工呼吸と胸骨圧迫を開始した。

人工呼吸と胸骨圧迫を継続していると上級医が応援に駆けつけてくれた。

## 症例2の解説

症例1と症例2は、ともに、対応している時間にして数分といったところであろう。その内容を比較して気がつくことはないだろうか？ 症例1では、日頃使い慣れた自動血圧計やパルスオキシメータを用いて患者の状態確認を行っているが、症例2では、モニタは使用せず、呼吸状態の視診と頸動脈の触診のみで心肺蘇生を開始している。患者の急変時に重要なことは、血圧の値や酸素飽和度ではなく、

- ・ 意識はあるか？
- ・ 呼吸はしているか？
- ・ 脈は触れるか？

の3点を自分の五感をフルに活用して、短時間に確認することである。その後、呼吸を認めて、脈が触れるのであれば、SpO<sub>2</sub>や血圧の測定を行えば十分である。まず、大切なのは、「あるのか？ないのか？」である。呼吸や脈の有無が不確かな状況で自動血圧計やパルスオキシメータで測定を試みることは時間の無駄である。また、心停止時はもちろんのこと、重度のショック状態の際は、自動血圧計やパルスオキシメータは虚偽の値を示すことが多いことも知っておくべきであろう。モニタに振り回されて、患者に対する救急処置が遅れてはならない。

### 症例3

70歳の女性。

30分ほど前から続く胸部不快感と動悸の為、救急外来を受診した。まず、研修医のC先生が診察することとなった。ベッドに横になっていただき、心電図モニタを装着し、診察を開始しようとしたところ様態が急変した。

C先生は、患者に呼びかけてみたが反応がため応援を要請した。心電図モニタは図1の波形を示していたため、看護師に除細動器を準備するように指示した。患者の呼吸と脈を確認したが、いずれも認めなかった。このため、除細動器で150Jで電気ショックを行った。

### 症例3の解説

図1の波形ではP波、QRS波、T波を同定できず、幅も高さもバラバラな不規則な基線のゆれを認めており、心室細動(VF)であることに明確である。症例3は突然、医師の目の前でVFへ移行した症例である。心肺停止状態であることが確認され、モニタ心電図上もVFであったため、速やかに電気ショックが施行された。図2に一次救命処置の心停止アルゴリズム、図3に二次救命処置のアルゴリズムを示す。症例2の解説で示したように、患者の急変時にはモニタに振り回されること無く対応することが重要である。患者の意識や呼吸、循環は自らの五感を活用して、視診や触診で評価する。しかし、心電図波形だけは、自らの五感のみでは判断することが不可能である。しかも、一次救命処置のアルゴリズムでは7段目、二次救命処置のアルゴリズムでは3段目にあるように、心電図波形によって電気ショックの適応が決まり、初期対応が大きく分かれる。このため、患者の急変時、特に心肺蘇生の現場では心電図モニタが必須のモニタリングとなる。

## 心電図モニタ

### 一般的な心電図モニタ

病院内で使用されることが多いのは、**3点誘導法の心電図モニタ**である。3点誘導法の心電図モニタは、基本的に四肢誘導法で、通常、左の腰に付けている緑色電極がプラス側となり、右肩の赤色電極がマイナス側、左肩の黄色電極がアースとなっている(図4)。そのために、これは四肢誘導の第 II 誘導となる。モニタ心電図の初期設定が第 II 誘導となっているのは、第 II 誘導が P 波や QRS 波を確認しやすく、不整脈の検出に優れているためである。実際の心電図モニタのリード電極部分も図4と同様の色分けになっているので、電極の張る位置を間違わないように注意が必要である。

### 除細動器の心電図モニタ

場合によっては、除細動器の心電図モニタを使用する場合もある。**除細動器の心電図モニタは電源を入れた際の初期設定が第 II 誘導ではなく、パドル誘導となっている**ため、注意を要する(図5)。この初期設定のパドル誘導は、除細動パドルを電気ショックを行うときのように胸部に接触させると(図6)、2つの除細動パドルが赤色電極と緑色電極となり、第 II 誘導を示すことになる誘導である。クイックルックとも呼ばれる。3つの心電図電極を張ることなく心電図波形を確認できるため、初回の心電図波形の確認には便利な場合もある。しかし、継続してモニタリングすることができないことと、胸骨圧迫などの緊急処置の妨げになることが欠点である。そのため、除細動器で継続してモニタリングを行う場合は、リード電極を用いて誘導切り替えボタンで第 II 誘導を選択する(図7)。

## リズム診断

心肺蘇生の現場で重要かつ心電図モニタがなければ行えないことが、リズム診断である。患者の意識や呼吸、循環の確認にはモニタは不要である。自分の五感を活用して、視診や触診で判断する。しかし、心電図波形は心電図モニタがなければ確認できない。心肺蘇生の中で重要な処置の1つである電気ショックの適応の判断には、心電図波形を確認してのリズム診断が必要である。心停止時には、4つのリズム(心電図波形)があり、“電気ショックの適応がある”リズムと、“電気ショックの適応がない”リズムに分けられる(図8)。

## 1. 電気ショックの適応あり

### (ア) 心室細動 (Ventricular Fibrillation, VF)

心電図ではP波、QRS波、T波を同定できず、幅も高さもバラバラな不規則な基線のゆれを認める。心筋細胞が無秩序に興奮し、あたかも震えているような動きを示す。有効な心拍出はない。

### (イ) 心室頻拍 (Ventricular Tachycardia, VT)

幅の広いQRSの頻拍でリズムは規則的なことが多い。VTには脈が触れるものと、脈が触れないものがあるが、後者を無脈性VT(Pulseless VT)と呼ぶ。無脈性VTはVFと同じ対応でよいので、蘇生の現場では厳密に区別する必要がない。このためVF/Pulseless VTとひとまとめにされることが多い。また、脈が触れるVTであっても、不安定なもの(意識状態の悪化、ショックなど)は同期下の電気ショックが適応となる。

## 2. 電気ショックの適応なし

### (ア) 無脈性電気活動 (Pulseless Electrical Activity, PEA)

VF、VT以外で、QRS様の何らかの心電図波形は認めるものの、脈がない状態。心電図波形では脈の有無は判断できない。頸動脈の触知と合わせて診断する。正常なQRS波形を認めていても、脈が触れなければ、PEAである。PEAでは心停止に至った原因を検索することが特に重要である。臨床の現場で遭遇する頻度が高い原因としては、低酸素血症と循環血液量の減少がある。高濃度による人工呼吸は二次救命措置の中に含まれるが、低酸素血症の治療としても重要である。心停止の原因として大切なものが、**4つのH、4つのT**として、リストアップされている(表1)。心停止に至った状況を考えながら、これらを鑑別していく必要がある。そして、原因に合わせた治療を行うことが、救命のチャンスを広げる。

### (イ) 心静止 (Asystole)

心電図波形は認めず、平らな一本の線となる。心筋細胞の電氣的活動がなくなった状態である。心電図電極が外れていたり、心電図の感度が低すぎたりすると他の波形が**擬似的な心静止**に見えることがある。リードの確認、感度の増加、誘導の変更を行い、擬似的心静止の可能性がないか考えなければならない。

心肺蘇生中のリズム診断は、胸骨圧迫を行っているとき心電図波形がゆれてしまうため、施行できない。このため、胸骨圧迫を中断して行う必要がある。しかし、**胸骨圧迫の中断時間の延長は、患者予後の悪化に直結**するため、可能な限り短時間で行わなければならない。下記の2つのポイントを10秒以内に速やかに判断する。(図9)

### ①. 自己心拍の可能性の有無

蘇生の初期段階で脈拍が触れないことが確認されており、心電図波形でVFや心静止がモニタ心電図上で明らかな場合は、脈拍の確認を行わず心停止と判断してよい。PAEなどを認めた場合は必要に応じて脈拍の確認を行う。

### ②. 電気ショックの適応の有無

電気ショックの適応があるVF/Pulseless VTを認めるか、そうでないかを判断する。

## 症例4

62歳の男性。

胸痛の精査目的に入院中の患者。様子がおかしいと、同室の患者からコールがあり、研修医のD先生が訪室した。患者は呼びかけても反応はなく、呼吸もしていなかった。応援を要請しつつ部屋に常備されていたバック・バルブ・マスクで人工呼吸を開始し始めた。心電図モニタには図10のような心電図が示されていた。研修医D先生は、この心電図波形を見て心臓は動いていると判断した。そして、バック・バルブ・マスクで人工呼吸を継続しつつ、応援が到着するのをまった。

## 症例4の解説

賢明な読者の皆様であれば、**症例4**での間違っただ判断が何処であったかは、お分かりであろう。しかし、蘇生に慣れていない一般病棟では、しばしば遭遇する光景である。患者の急変時、特に、心電図モニタリングが既になされている場合、QRS波形を視認

することにより脈があると勘違いしてしまうことがある。**脈があることと、心電図でQRS波形を認めることは全く別の話である。**正常な幅の狭いQRS波形を認めていても、脈が触れるとは限らない。研修医のD先生は、心停止(かもしれない)症例に、胸骨圧迫を行うことなく、人工呼吸だけを続けていたことになる。**図10**の心電図波形は、VF/V Tではない。心静止でもない。このため、総頸動脈が触知できなければPEAと呼ばれる波形である。もし、脈が触れれば、幅のひろいQRS波形の徐脈と言えよう。しかし、PEAは、まさしく脈の無い(Pulseless)心臓の電氣的な活動(Electrical Activity)だけの状態である。心臓が電氣的に活動しているだけで脈も触れないような状況では、有効な全身循環があるとは言えず、少なくとも、すみやかに胸骨圧迫で循環のサポートを開始しなければならない。**患者の急変時には脈が触れるか否かを、自らの指先で確認するように習慣づけよう。**もちろん、総頸動脈の触知に自信がなければ、通常の呼吸がない時点で心停止と判断して胸骨圧迫を開始しても良いが、**日頃から自分の五感を活用し患者を診察する習慣を付けておくべきである。**

### 電気ショックの重要性

VF/V Tに対する電気ショックは胸骨圧迫、人工呼吸と共に心肺蘇生の重要な処置のひとつである。**図11**に119番通報から電気ショックまでの時間と生存率の関係を示す。VF/V Tを早期に見つけ出し、**速やかに電気ショックを行うことが救命のチャンスを広げる。**院外心肺停止などで、発症からある程度(5分程度)時間が経過したVFでは、すぐに電気ショックを行っても自己心拍再開の可能性は低いことが報告されている。このような場合、約2分間の胸骨圧迫と人工呼吸を継続した後に、電気ショックを行ったえば救命率が大きくなると報告されている。この方法(考え方)は一般的に**CPRファースト**と呼ばれる。

## 安全な電気ショック

電気ショックは大きな電氣的エネルギーを使用する。このため、周囲の安全確認が重要である。また、電気ショックを行うためには胸骨圧迫の中断が必要になる。「絶え間ない胸骨圧迫」は心肺蘇生において最も重要なポイントの一つである。手間取らずに、安全な電気ショックが行えるよう確認しておこう。

### 1. 日頃の確認

まず、何処に除細動器があるのか分からないと使えない。日頃働いている場所の何処に除細動器が置かれているのか、確認しておこう。

また、どうやって電源を入れるのか、通電用ゲルパッドや通電用ゲル(図12)が常備されているかも確認が必要である。多くの除細動器は、操作する順番に分かりやすく番号が振られている(図13)。

### 2. 電気ショックの手順 (図14)

- ① まず、電源を入れる。
- ② 胸骨圧迫を中断しリズムチェックを行う。
- ③ VT/Pulseless VTが確認されたら、速やかに胸骨圧迫を再開する。
- ④ 周囲のスタッフにリズムとこれから電気ショックを行うことを宣言する。
- ⑤ エネルギーレベルの選択。
- ⑥ 通電ゲルパッドとパドルを胸壁にあてる。
- ⑦ 充電の準備ができたなら、周囲のスタッフに「充電するので離れるように」宣言し充電を開始する。

- ⑧ 充電を行いつつ、周囲の安全確認を行う。
- ⑨ 周囲の安全確認と充電が完了したら、速やかに放電ボタンを押し電気ショックをかける。
- ⑩ 電気ショック後、直ちに胸骨圧迫を再開する。

②～③、⑥～⑨の**胸骨圧迫の中断時間を可能な限り短くする。**

2分間(5サイクル)のCPRごとにリズムチェックを行い、適応があれば電気ショックを行う。

### 3. 安全な電気ショック

電気ショックを行う際にスタッフを感電させると、心停止にいたる危険性がある。救急の現場で患者を増やしてはいけない。

(ア) 充電開始時に周囲のスタッフに「充電するのではなれるように」明確に宣言する。

(イ) 患者の腕などが、自分自身の体に触れていないか確認する。

(ウ) 気道管理者と酸素が離れているか確認する。

(エ) 周りのスタッフが患者に触れていないか確認する。

### 4. 効果的な電気ショック

(ア) エネルギーレベルの選択

- 二相性 120～200Jのメーカー推奨のエネルギー(機械のダイヤル部分に記載されている(図15))

- 単相性 200～360J

二相性、単相性ともに、2回目以降は初回と同じか、もしくは高いエネルギー量を用いる。

#### (イ) 除細動パドルの当て方

- 通電ゲルパッドや通電ゲル(図11)を使用する。

皮膚の熱傷を防止するだけでなく、電気抵抗を下げ心臓へ到達する電気エネルギーを高くする。通電ゲルパッドの方が望ましい。

- 立体的に心臓を挟み込む。

パドルの位置が不適切だと電気が体の表面のみを通過し、心臓に十分な電気エネルギーが到達しない(図16)。

- しっかりと押し当てる。

胸壁にパドルを軽く当てるだけではなく、十分な力で押し当てる。

- 心電図リードなどを挟み込まない。

心電図リードや貼付薬などを胸壁とパドルの間に挟みこむと、除細動効果の減弱や熱傷の原因となる(図17)。

- ペースメーカーなどから2～3cm離す。

パドルはペースメーカーなどが植え込まれている部分(鎖骨の下方で少し盛り上がっていて体表から分かることが多い)から、2～3cm離れた部分に押し当てる。

## おわりに

各種モニタリングを効果的に使うことができれば、患者の治療に有益である。しかし、救急の現場では医者自分自身の五感が最も大切なモニタである。モニタに振り回されて、患者を診察する前に、「血圧は、、、」とか、「SpO<sub>2</sub>は、、、」となっていないであろうか？**急変時にまず大切なのは、“見て”、“聞いて”、“触って”、とにかく自分自身の五感をフルに活用しながら患者の状態を把握することである。**

また、心停止の中では救命率の高い心室細動に対して、電気ショックは最も効果的な治療である。しかし、その効果を最大限に発揮するためには、**電気ショックの手順を十分に理解し、胸骨圧迫の中断時間を最小限にすることが重要である。**

## プロフィール

早川峰司(はやかわ みねじ)

北海道大学病院 先進急性期医療センター 助教

1997年北海道大学医学部を卒業後、3年間の麻酔科研修の後、市立札幌病院救命救急センターを経て、2003年より、現施設にて勤務。

## Figure Legends

- 図1 症例3の心電図波形
- 図2 一次救命処置の心停止アルゴリズム
- 図3 二次救命処置の心停止アルゴリズム
- 図4 **3点誘導法心電図モニタの電極位置**
- 図5 **除細動器の心電図モニタ**  
初期設定は第Ⅱ誘導ではなくパドル誘導となっている。
- 図6 **クイックルック**  
除細動パドルで心電図確認を行える。
- 図7 **除細動器の心電図モニタの誘導切り替え**  
初期設定がパドル誘導のため、リード電極を用いてモニタリングする場合は誘導切り替えを行う。
- 図8 **心停止時の4つのリズム**  
電気ショックの適応の有無で大きく2つに分かれる。
- 図9 **リズムチェック**  
胸骨圧迫の中断時間の短縮が重要である。
- 図10 **症例4の心電図波形**
- 図11 **電気ショックまでの時間と生存率**  
電気ショックが遅くなると生存率が低下する。
- 図12 **通電用ゲルパッドと通電用ゲル**
- 図13 **除細動器の番号**  
操作を行う順に番号(矢印)が振られている。  
番号順に操作を行えば、電気ショックが行える。
- 図14 **電気ショックの手順**  
安全確保と胸骨圧迫の中断時間の短縮が重要である。
- 図15 **メーカー推奨の除細動エネルギー**  
エネルギー選択の部分に分かりやすく示されていることが多い。

**図16 適切な除細動パドルの位置**

心尖部側(右手側)のパドルの位置が不適切だと、電気エネルギーが心臓に適切に到達しない。

左図:心尖部側(右手側)のパドル位置が適切で、心臓がパドルで立体的に挟みこめている。通電時に電気エネルギーが心臓を通過する。

右図:心尖部側(右手側)のパドル位置が浅く、パドルが心臓を挟みこめていない。通電しても電気エネルギーは心臓を通過しない。

**図17 不適切な電気ショック**

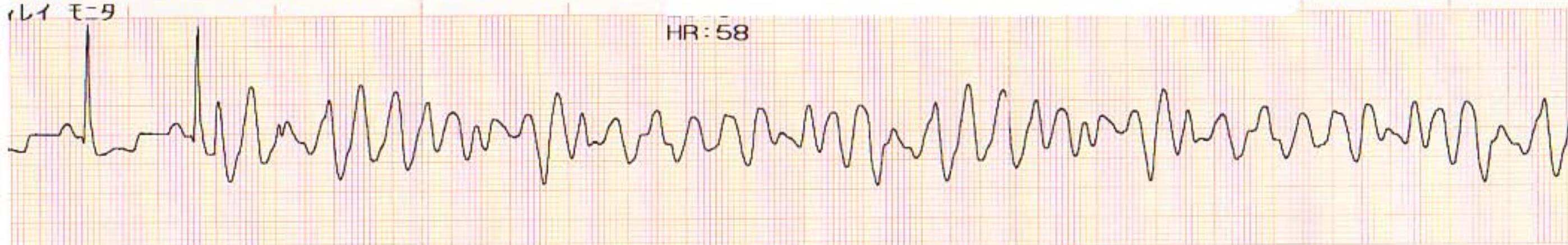
心電図リードなど、患者とパドルの間に挟みこまないように注意する。除細動効果の現弱や熱傷の原因となる。



25mm/s II Δフィルタ:ON T.C.:0.32s SHON KOHDEN

ECG:x1-25mm/s II Δフィルタ:ON T.C.

レイ 毛-9



:0.32s SHON KOHDEN

ECG:x1-25mm/s II Δフィルタ:ON T.C.:0.32s SHON KOHDEN



HR: \*146

ECG:x1-25mm/s II Δフィルタ:ON T.C.:0.32s SHON KOHDEN

ECG:x1-25mm/s II Δフィルタ:ON T.C.:0.32s SHON KOHDEN

日本救急医学会  
I C L S コースガイドブック  
改訂第2版  
羊土社

P 2 9 全体

日本救急医学会  
I C L S コースガイドブック  
改訂第2版  
羊土社

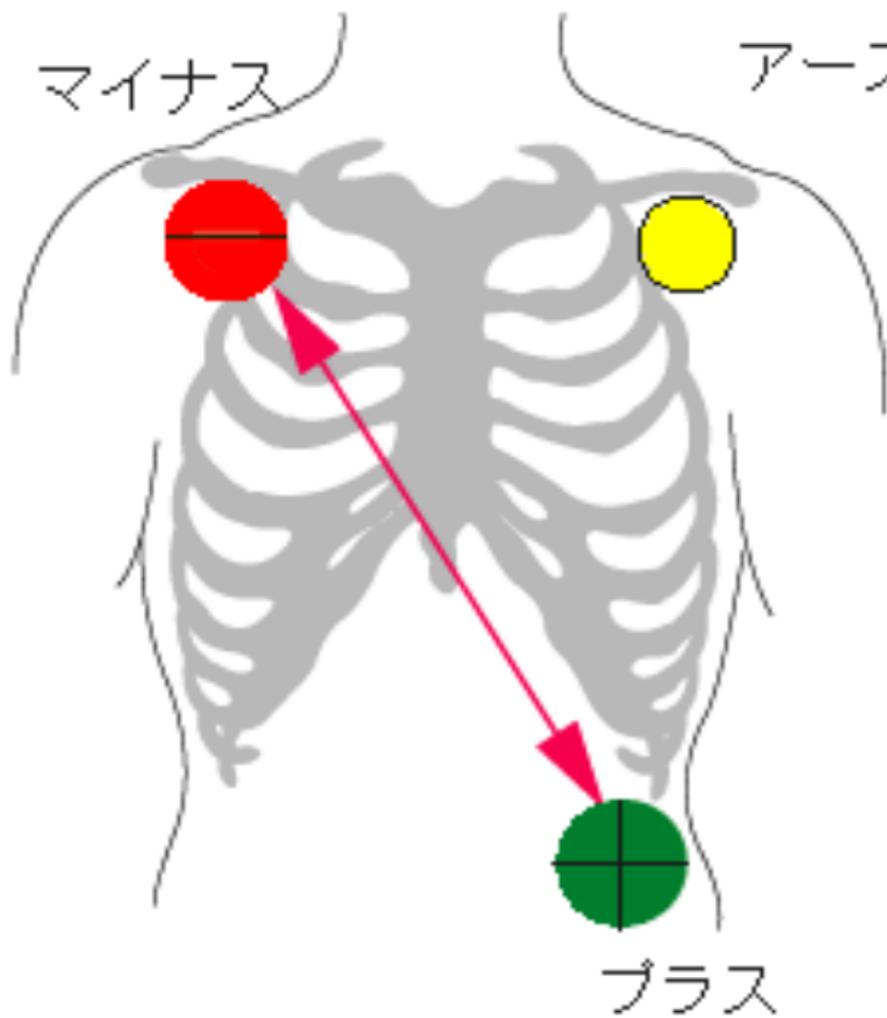
P 31 全体

マイナス

アース



プラス

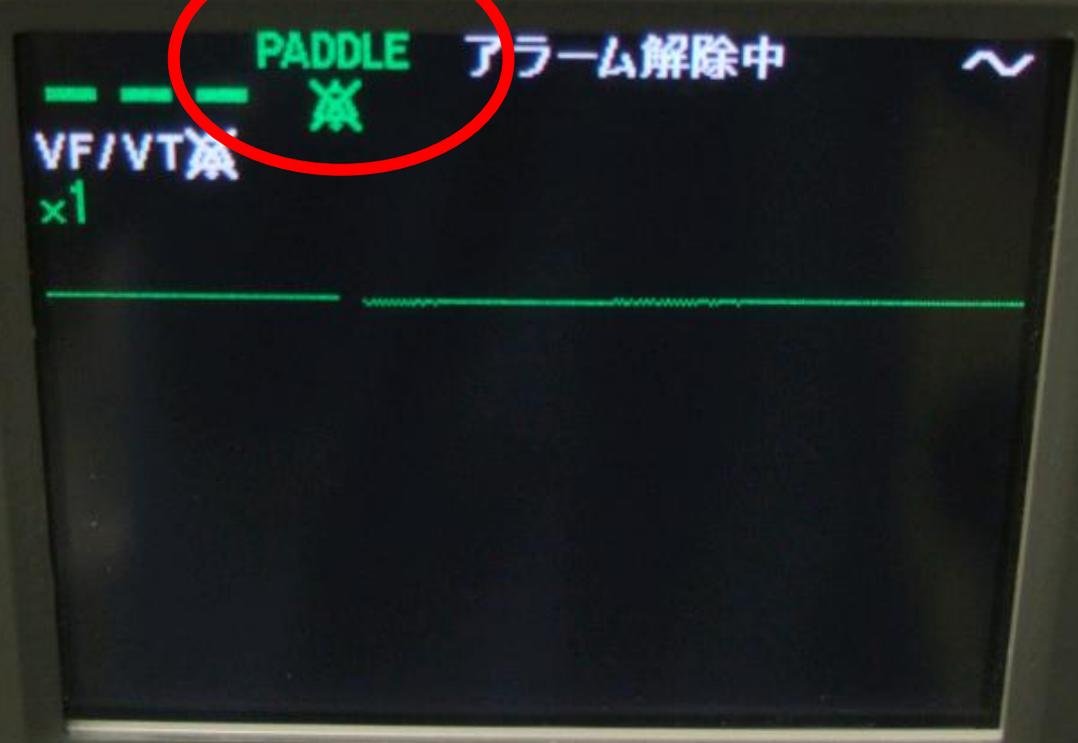


ペースト (bpm) 0 180  
ペースト (mA) 0 200  
スタート  
ストップ

- 電気メス使用中はモニターモードで使用し、心電図監視は常に患者に装着しないで行ってください。
- △ 経皮ペースティングの操作手順
1. ペースティングモードを[フック]又は[アランド]に設定してください。
  2. ペースティングレート (bpm) を設定してください。
  3. ペースティング強度を0mAに設定してください。
  4. 心電図電極を装着し、誘導を選択してください。
  5. 使い捨てパドルを装着し、専用のケーブルで経皮ペースティングに接続してください。
  6. スタート/ストップキーを押してペースティングを開始してください。
  7. 効果を確認しながらペースティング強度を徐々に上げてください。

NIHON KODEN

cardiolife



記録/停止

イベント

誘導切換

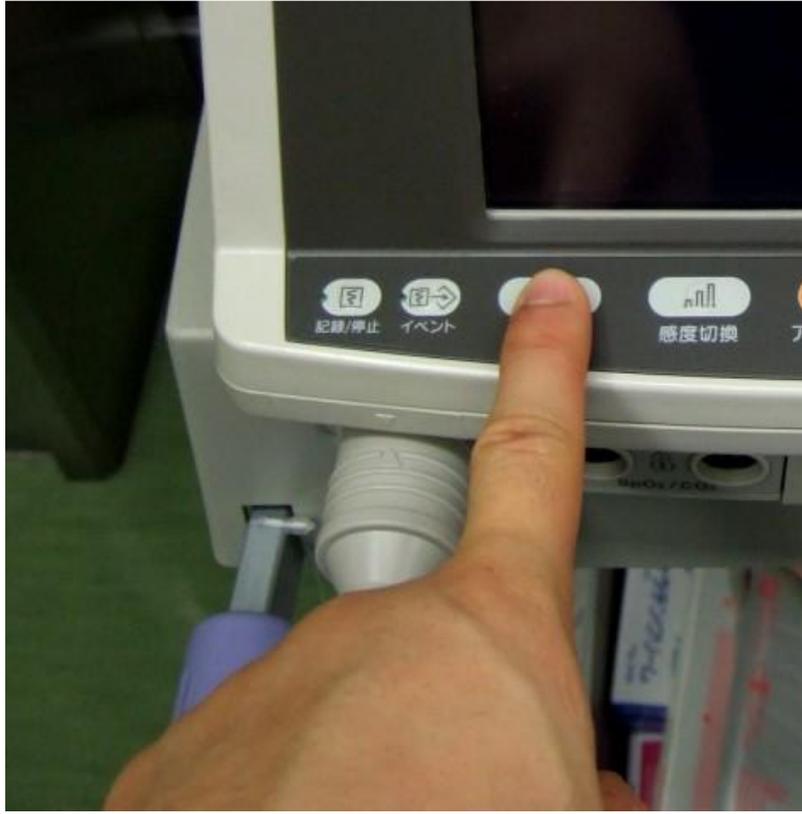
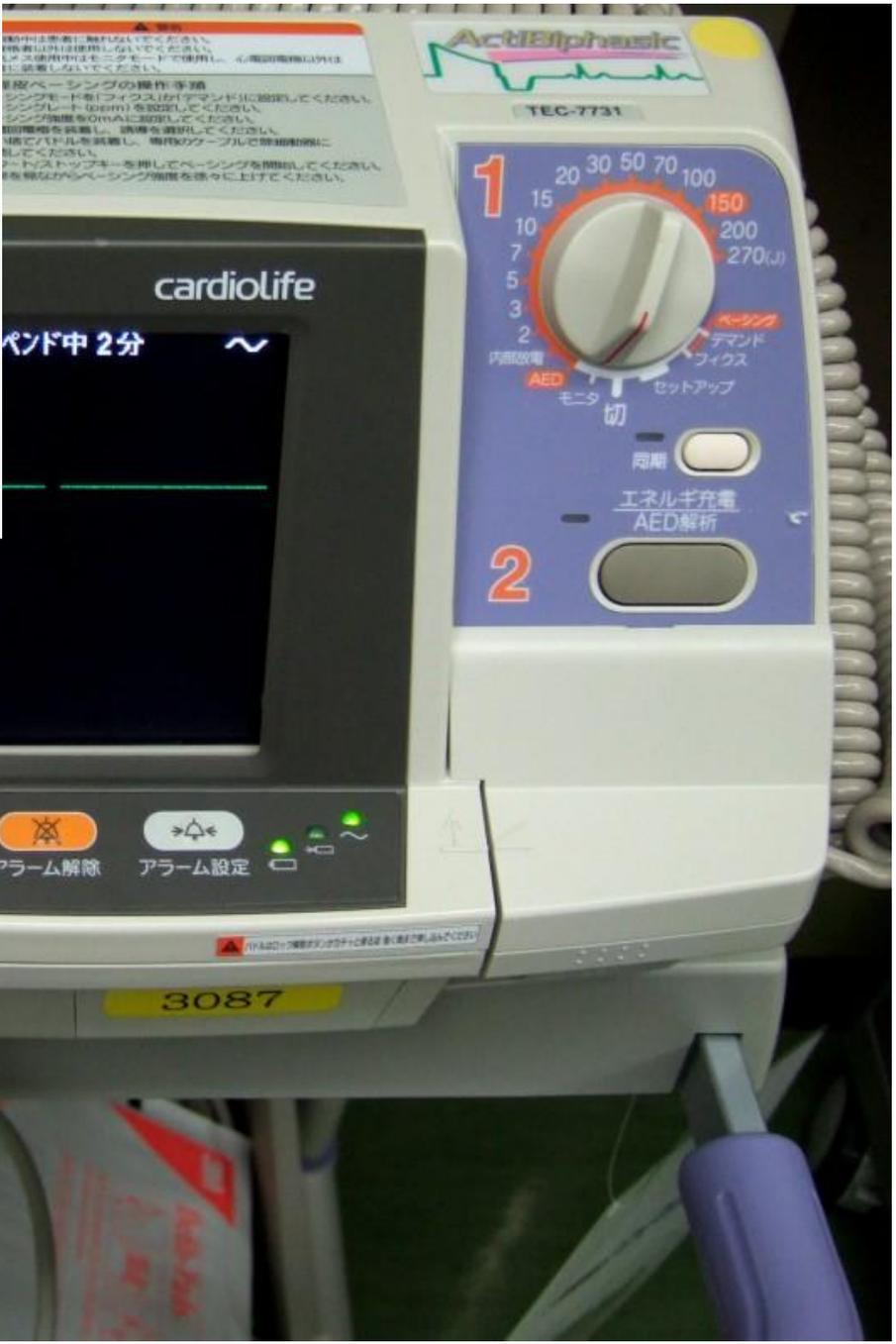
感度切換

アラーム解除

アラーム設定

~





電気ショックの適応あり

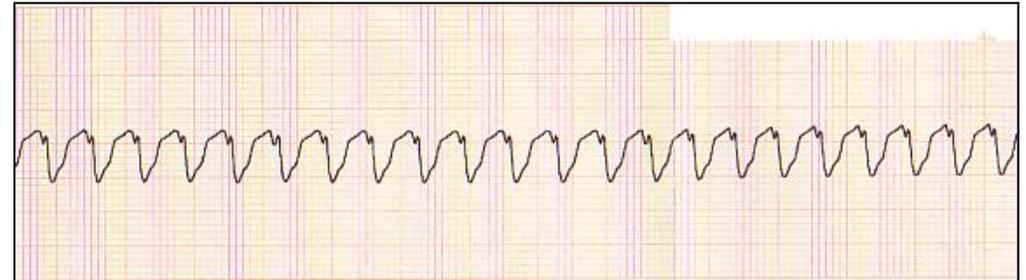
心室細動

(VF)



無脈性心室頻拍

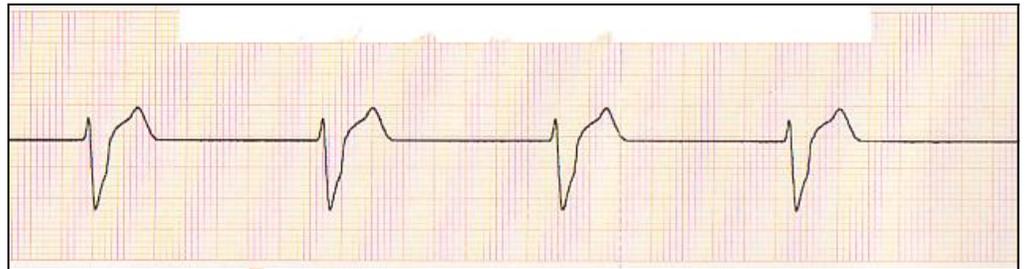
(Pulseless VT)



電気ショックの適応なし

無脈性電気活動

(PEA)

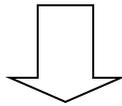


心静止

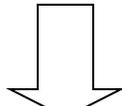
(Asystole)



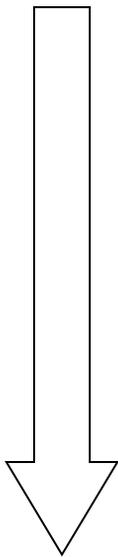
CPR 胸骨圧迫+人工呼吸  
心電図モニタの装着



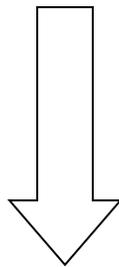
胸骨圧迫の中断



リズム診断



PEA  
(初回のVT)



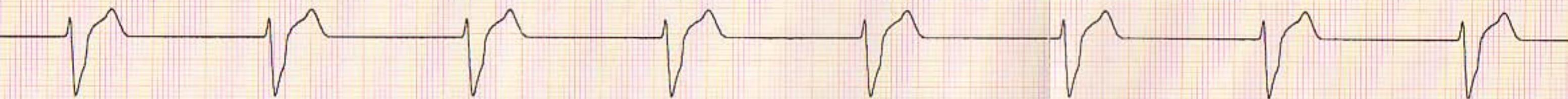
VF  
Pulseless VT  
Asystole

胸骨圧迫の再開  
適応があれば電気ショック

脈拍の確認

脈拍を触知できなければ速やかに  
胸骨圧迫の再開

HR: 40

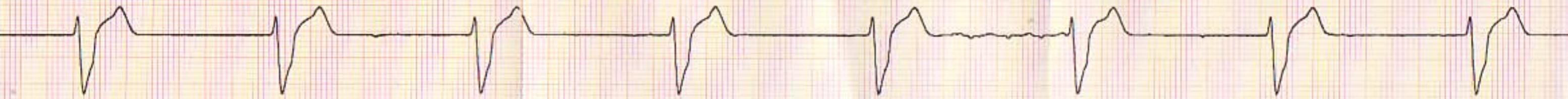


ECG: x1 25mm/s II Δフィルタ: ON T.C.: 0.32s FOS50-3-100

1412 デイレイ モニタ

ECG: x1 25mm/s II Δフィルタ:

HR: 40



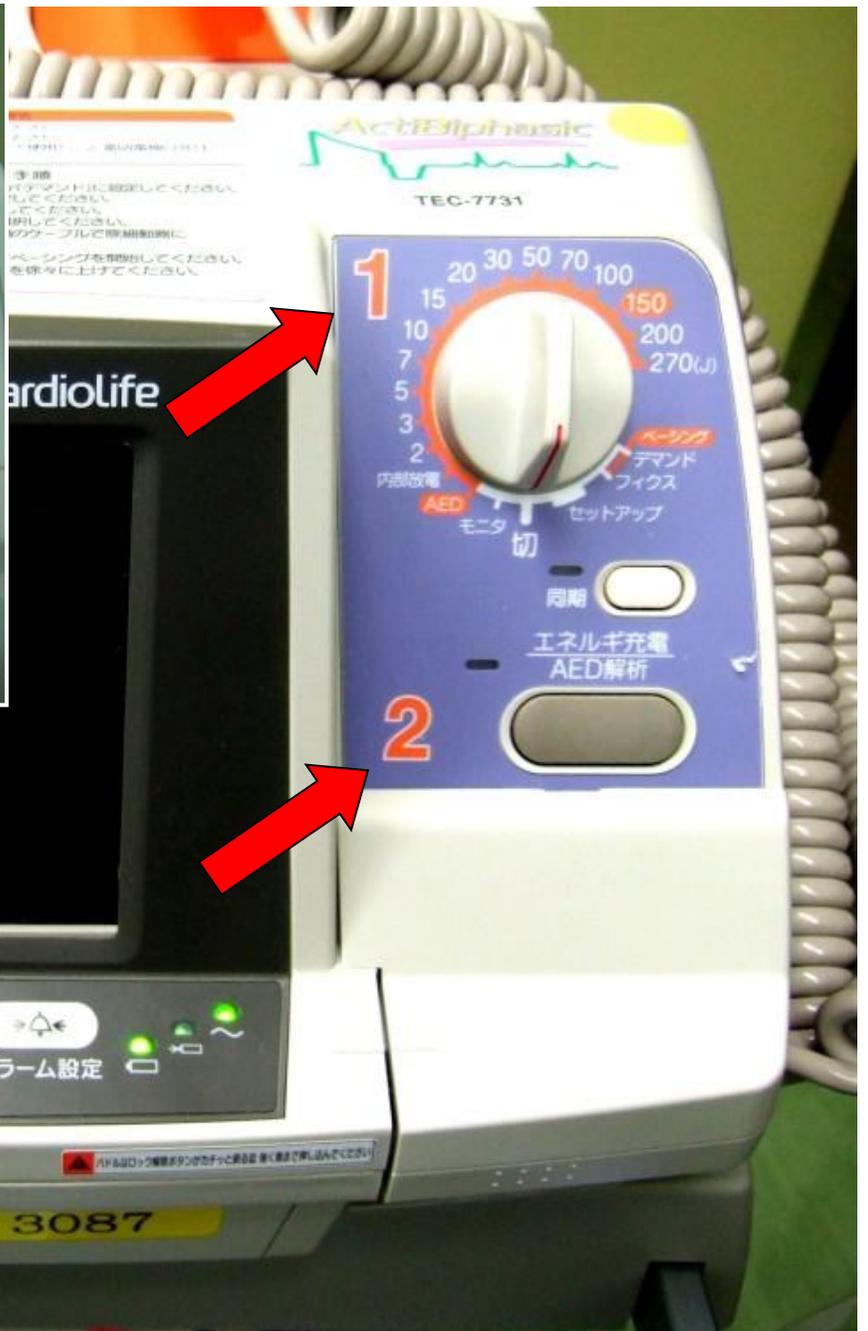
ON T.C.: 0.32s FOS50-3-100

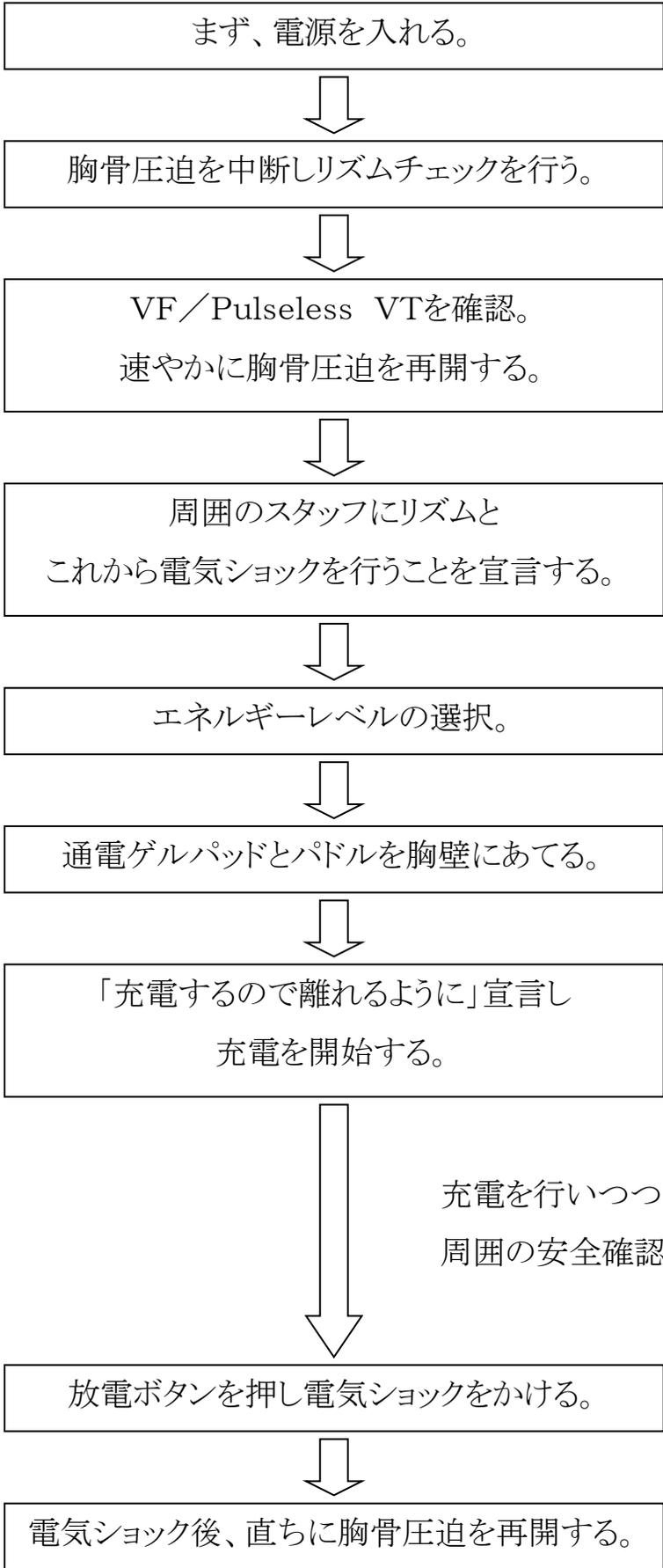
ECG: x1 25mm/s II Δフィルタ: ON T.C.: 0.32s FOS50-3-100

日本救急医学会  
I C L S コースガイドブック  
改訂第 2 版  
羊土社

P 76  
もしくは、その原典







胸骨圧迫の  
中断時間を  
最小限に

胸骨圧迫の  
中断時間を  
最小限に

TEC-7731

1



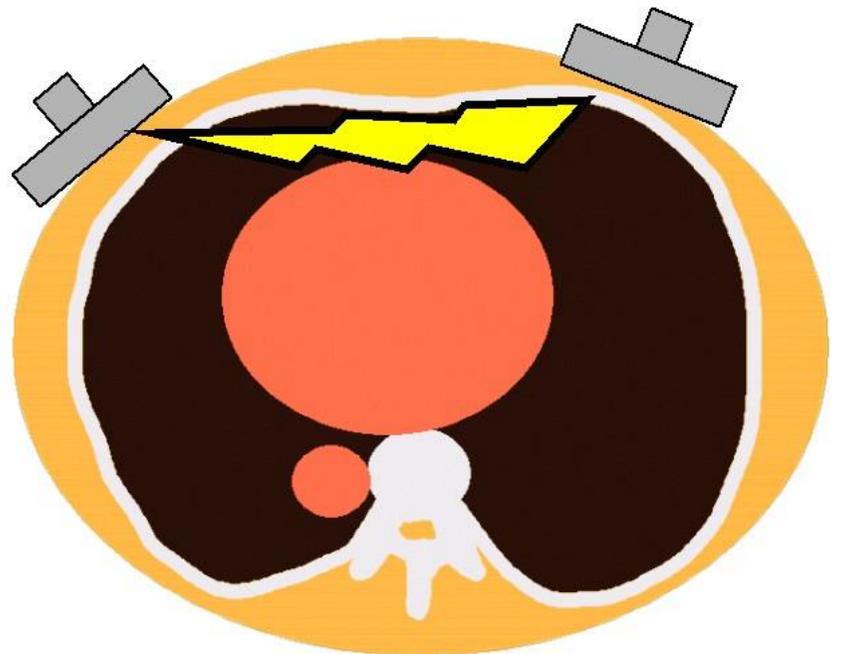
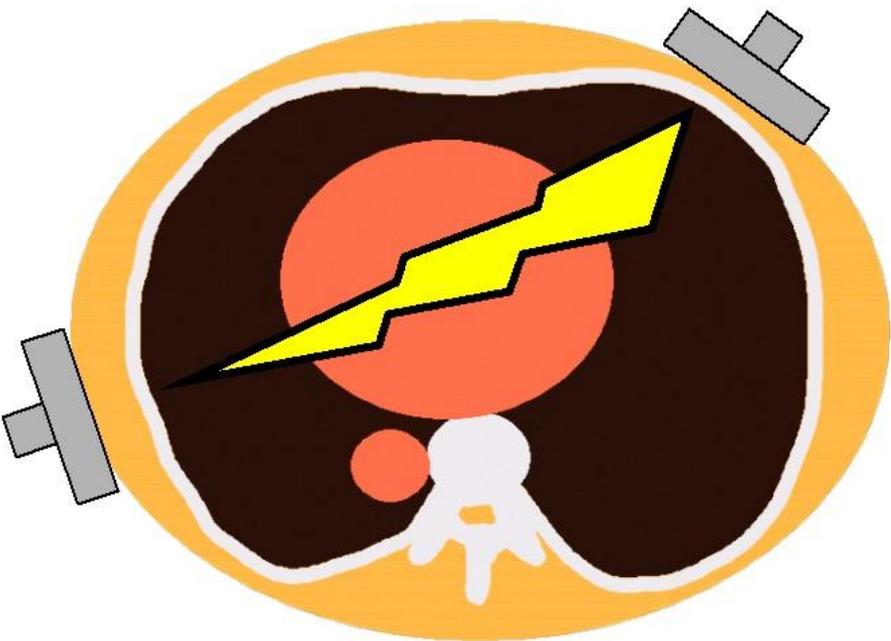
同期



エネルギー充電  
AED解析

2





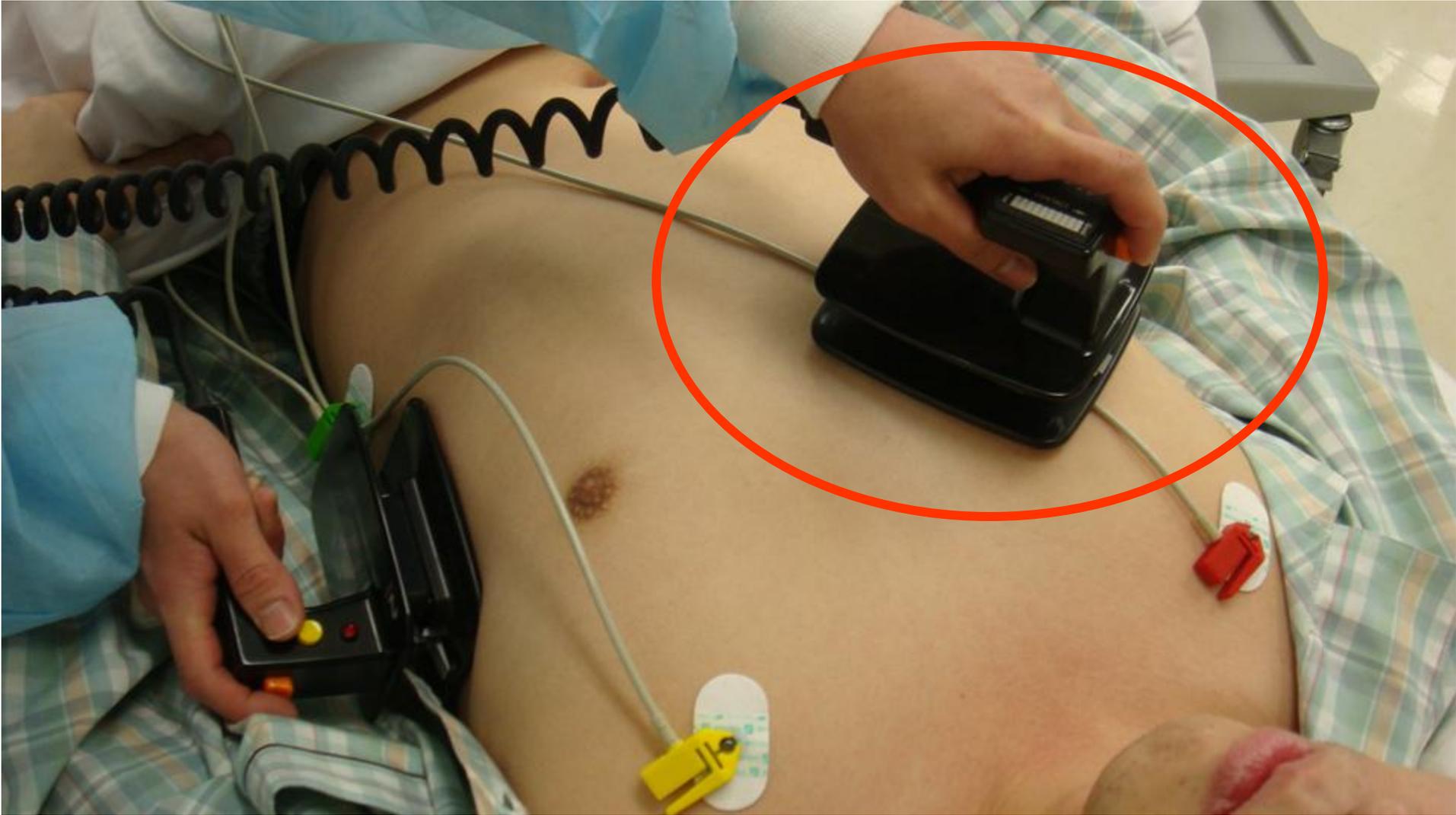


表1	心停止の原因	
4つのH	Hypoxia	低酸素血症
	Hypovolemia	循環血液量の減少
	Hypo/Hyperkalemia/Metaboic	低K/高K血症、代謝障害
	Hypothermia	低体温
4つのT	Tension Pneumothorax	緊張性気胸
	Tamponade, cardiac	心タンポナーデ
	Toxins	急性中毒
	Thrombosis (coronary, pulmonary)	急性冠症候群、肺血栓塞栓症