デバイスの変更により T wave over sensingによる ICD不適切作動を回避し得た Brugada 症候群の 1例

小和瀬晋弥 1 寺田直正 2 高橋亮子 2 寺島和宏 2 伊藤浩一 2 徳留大剛 2 花木裕一 1 小松雄樹 1 黒崎健司 1 野上昭彦 3

68歳男性.夜間の動悸を訴え、当院受診. 12誘導心電図で Vi 誘導の coved type ST elevationを認め、薬物負荷試験を施行. ピルシカイニド 50 mg 経静脈投与により、coved type ST elevationは顕著化し、イソプロテレノールにより ST 変化は正常化した. 兄が 64歳で突然死している家族歴があったため、Brugada症候群と考え、2007年3月22日に dual chamber ICD (Atlas、セント・ジュード・メディカル社製) 植込み術を行った. 植込み術 1週間後でのデータでは R 波高値は7.6 mVであり、T wave over sensing は見られなかった. その後イベントはなく経過していたが、2010年2月3日に突然の ICD 作動があった. Interrogation dataを確認すると、心内心電図は心拍数110 bpmの洞性頻脈であったが、T 波とQRS 波の両者に一致して VF zoneでの sensingを示す Fのマーカーが見られ、T wave over sensing による不適切作動であることがわかった. Atlas はフィルターの設定は固定でできないため、T wave over sensingを回避する方法がなかった.そのため、センシングフィルターの設定が可能であるバイオトロニック社製Lumax540への交換を行った.フィルター設定は Standard 設定としたが、T wave over sensing は消失し、その後不適切作動を認めていない.

Keywords

- ●植込み型除細動器
- ●不適切作動
- T wave over sensing
- ●フィルター設定

1横浜労災病院循環器科·不整脈科 (〒222-0036 神奈川県横浜市港北区小机町3211) 2横浜労災病院臨床工学部 3筑波大学医学医療系循環器内科

I. 背 景

Burugada症候群の治療において、致死性の不整脈を防ぐ絶対的な手段は現時点ではなく、植込み型除細動器(ICD)による治療が一般的である。しかしながら、Brugada症候群による突然死の予防のために ICD 植込み術を受けた症例では、不適切作動が問題となることがある。今回は T wave over sensing

A Case of Brugada Syndrome Avoiding Twave Over Sensing and Inappropriate Electrocardioversion by Device Replacement Shinya Kowase, Naomasa Terada, Ryoko Takahashi, Kazuhiro Terashima, Koichi Ito, Daigo Tokutome, Yuichi Hanaki, Yuki Komatsu, Kenji Kurosaki, Akihiko Nogami

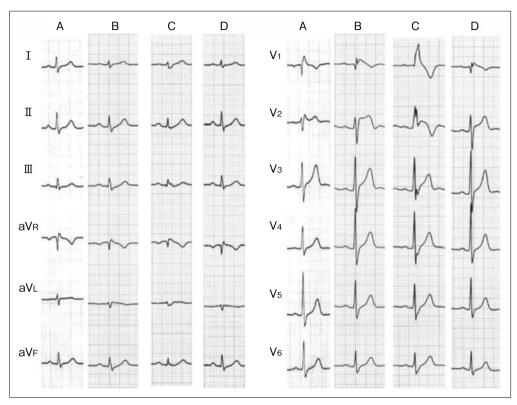


図1 12誘導心電図所見

A:入院時心電図.

B: ピルシカイニド $50 \, \mathrm{mg}$ 負荷試験でのピルシカイニド投与中の 12 誘導心電図. V_1 誘導の ST 上昇が顕在化している.

 $C: \mathbb{C}^{n}$ ピルシカイニド投与終了後. V_1 の変化はさらに著明になっており、右脚プロック様波形となっている.

D:イソプロテレノール投与後. ST変化は baseline 心電図の波形に戻っている.

による誤作動と、設定の変更では回避できずデバイスの植替えを行うことにより、誤作動を回避した症例を経験したので報告する.

Ⅱ.症 例

68歳男性. 12誘導心電図(ECG)で V_1 誘導のcoved type ST elevationを認めたため(図 1A), Brugada症候群を疑い精査目的に入院、ピルシカイニド負荷を行った. ピルシカイニド 50 mgの投与により V_1 の ST上昇はいっそう著明となり(図 1B), その後さらに QRS波形は変化し、右脚ブロックが顕著化した(図 1C). その後イソプロテレノール投与を行ったところ、ECGは正常化し(図 1D)、これ

らの変化と家族歴(兄弟の突然死)から Brugada症候群と診断し、2007年3月27日に植込み型除細動器(ICD)植込み術を行った。デバイスはセント・ジュード・メディカル社製の ATLASを使用した。植込み時のデータでは R波は 11.7 mV であり、T wave over sensing は認められなかった。

植込み術後、イベントなく経過していたが、2010年2月3日に、突然、体に電気が走ったと本人が訴え受診した。Interrogation dataを確認すると、ICDからの電気ショック送出記録が見られた。心内心電図(図2)を見ると、前半は心拍数110 bpmの洞性頻脈を適切にセンシングしている。しかしながら、突然心室のセンシングマーカーがFに替わ

心電図 Vol. 36 SUPPL. 4 2016 S-4-51

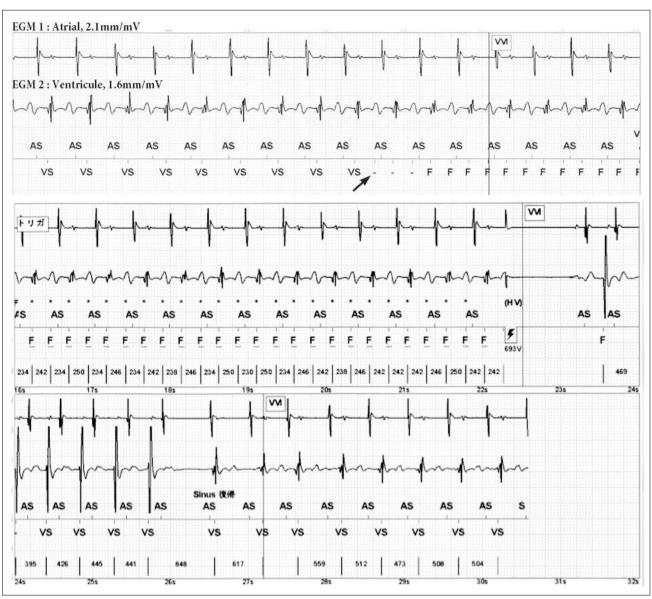


図2 ICD interrogation データ

前半は、心拍数 110 bpm の洞性頻脈を適切にセンシングしている。矢印部分から突然心室のセンシングマーカーの数が増え、 VSから Fに替わっている。これは VFでカウントを始めたことを示しており、最終的に電気的除細動が行われた。Fのマークは T波および QRSのタイミングで見られ。T wave over sensing によるものであると考えられる。

り、マーカーの数が増えていた. これは VF zone でのセンシングを示しており、そのまま VF zone でのセンシングが続き、最終的に電気的除細動が行われていた. Fのマークは T波および QRSのタイミングで見られ、T wave over sensing による誤作動であると判断した. 本症例で植込まれた Atlas

は、電気的除細動の出力に関しては細かい設定変更が可能であることが特徴であり、除細動閾値が高い場合にはそれを回避する設定が可能である。しかしながら、センシングの filter に関しては設定変更ができない機種であり、filter 設定で T wave over sensingを回避するには機種の変更が必要であった。

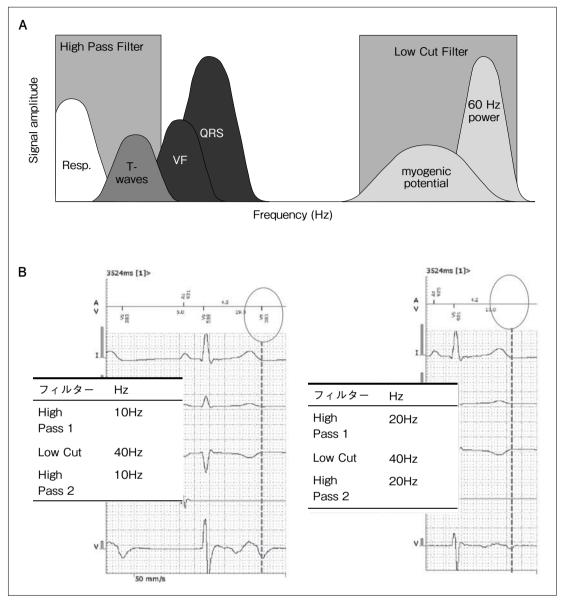


図3 センシングのフィルター処理(バイオトロニック社提供)

A:心電図の成分の周波数分布図. T波は低い周波数帯にあることがわかる. ただし, すぐ上の周波数帯に VFが存在するため, High pass filter (Low cut filter)の設定には注意が必要である.

B: High pass filter 設定の1例. 左は10 Hz, 右は20 Hzの設定としている. High pass filter を上げることにより, T wave over sensing が消失している. ただし, R 波の減高も見られる.

手術が必要であるため判断つきかねたが、本人の了解も得られたため、filterの設定が可能であるバイオトロニック社製 Lumax540への変更を行った。その後は T wave over sensing は認めず、現在まで経過している.

Ⅲ. 考 察

本症例において、まず検討したことは設定の変更 により誤作動を回避できるか否かである。今回の誤 作動は洞性頻脈時に起こっているので、洞性頻脈が

心電図 Vol. 36 SUPPL 4 2016 S-4-53

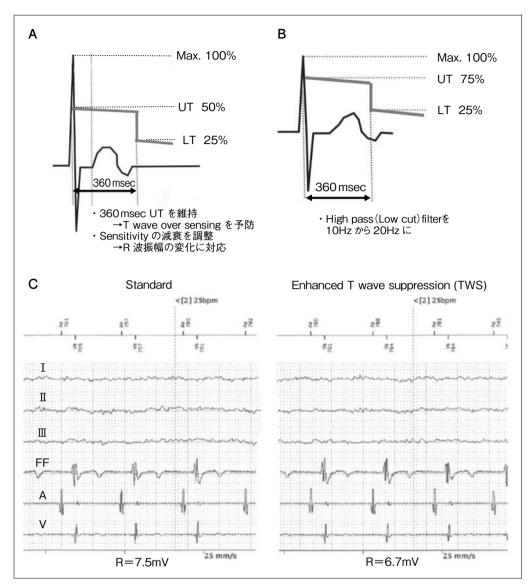


図 4 T wave over sensing 回避のための設定

- A: Standard 設定. Lumax540 には、T wave over sensingを防ぐための自動感度調節機能がある。自動感度調節は、センシングした心内振幅に応じて変化する 2つの感度閾値に基づき行われる。上限閾値(Upper Threshold: UT)は、R波の 50%、下限域値(Lower Threshold: LT)は R波振幅の 25%に調整されている。R波センシングの後、360 msecUT を維持して T wave over sensingを予防し、さらに LT まで感度が鋭くなり、VF under sensingを予防している。
- B: Enhanced T wave suppression (TWS). この設定では UT を R波の 75% とすること, high pass filterを $10\,\mathrm{Hz} \rightarrow 20\,\mathrm{Hz} \sim 3$ き上げることにより、さらに T wave over sensingの予防に適したフィルタリング設定となっている。ただし、この設定は T波成分と同時に R波の低周波成分も抑制されることがあり、VF under sensingの可能性があるために注意が必要である。もともとの R波信号振幅が低い場合や VFの時の振幅変動が大きい症例においては、特に注意が必要である。
- C:本症例における設定時の心内心電図. Standard 設定, TWS設定を実際に行い, 本症例においてどちらが適しているかを検討した. どちらの設定においても T wave over sensing を認めなかったが, TWS において R 波の信号振幅の減高が見られた. 本症例は Brugada 症候群であり, VF under sensing は回避する必要があるため, R 波減高のない Standard 設定とした.

S-4-54 心電図 Vol. 36 SUPPL. 4 2016

起こりにくくすることができれば、回避できる可能性がある。しかし、本症例は Brugada 症候群であるため、 β 遮断薬の使用は不整脈の誘因になりうることから、不可能であると考えた $^{1)}$.

次に心室不応期(ventricular refractory period: VRP)の延長により T波を隠してしまう方法も検討したが、T波を隠すためには 400 msec 程度までこれを延長する必要があり、そこまで長い VRP はこのデバイスでは設定できず、現実的でないと考えた.

次に VF Zoneをあげて detectionを回避する方法を検討した.本症例は HR 110 bpmでの double countであり、最低でも HRを 220 bpm以上に上げる必要があった. MADIT-RIT²⁾の結果などを考慮すると、VF zoneの引き上げと不整脈検知までの時間を延長する設定は有用であった可能性がある. しかしながら、本症例の不適切作動が起こった当時には、MADIT-RITの結果はまだ出ておらず、VF zoneの設定をより高い心拍数にすることや不整脈検知までの時間を延長することの安全性が不明であったため、この選択を断念した. Srivathsanらがfilter設定が可能である Lumax540への変更により、T wave over sensingによる不適切作動を回避できたQT延長症候群症例を報告しており³⁾、本症例でもこれを行うこととした.

心電図の成分と周波数の関係を図 3A に示すが、 心電図成分のうち、T波は最も周波数が低い成分で あるといわれている。それに鑑みると high pass filterで低周波数成分を削るようにすれば、単純に はT波を消すことができる。実際に、図 3B の症例 においては high pass filterを 10 Hzから 20 Hzへ変 更することにより、T wave over sensingを回避し ている。しかし、high pass filterを上げすぎると、 T波のすぐ上の周波数帯である VFの under sensingの可能性が出てしまうため、注意が必要で ある。本症例において、デバイスの変更後に filter 設定を実際に試してみることとした。比較したの は、standard 設定と、Enhanced T wave suppression (TWS) 設定である(図 4A、B)。その結果、図 4C に示すとおり、どちらも T wave over sensing は認めなかった。しかしながら、TWS設定では R波の減高が見られたため、VFの under sensingの回避を目的に Standard 設定とした。その後、不適切作動は認めず経過しており、本症例においてはこれらの対処は有効であったと考えられた。

Ⅳ. 結 語

Sacherらは、Brugada症候群に対するICD植込みを行った症例で、10年間で24%の不適切作動があったと報告している⁴⁾. Brugada症候群のみならず、ICDの不適切作動は患者のQOLを著しく低下させ、生命予後が悪化する可能性がある⁵⁾. そのため、不適切作動を可能な限り回避することが必要である.

Sacher らは、2005年以降は不適切作動が著明に減少しており、これは home monitoringの活用や、VF zoneの引き上げなどによるためであると報告している 4 . このように、ICDの適切な設定や管理法によって、不適切作動を減少させることができると考えられる。そのためには、デバイスに対する知識や疾患の特性の知識が必要不可欠である。

〔文献〕

- Omiya T, Shimizu A, Ueyama T, Yoshiga Y, Doi M, Hiratsuka A, Fukuda M, Yoshida M, Matsuzaki M: Effects of isoproterenol and propranolol on the inducibility and frequency of ventricular fibrillation in patients with Brugada syndrome. J Cardiol, 2012; 60: 47~54
- 2) Moss AJ, Schuger C, Beck CA, Brown MW, Cannom DS, Daubert JP, Estes NA 3 rd, Greenberg H, Hall WJ, Huang DT, Kautzner J, Klein H, McNitt S, Olshansky B, Shoda M, Wilber D, Zareba W; MADIT-RIT Trial Investigators: Reduction in inappropriate therapy and mortality through ICD programming. N Engl J Med, 2012; 367: 2275 ~ 2283
- 3) Srivathsan K, Scott LR, Altemose GT : T-wave oversensing and inappropriate shocks : a case report. Europace, 2008 ; $10:552\sim555$
- 4) Sacher F, Probst V, Maury P, Babuty D, Mansourati J,

心電図 Vol. 36 SUPPL 4 2016 S-4-55

Komatsu Y, Marquie C, Rosa A, Diallo A, Cassagneau R, Loizeau C, Martins R, Field ME, Derval N, Miyazaki S, Denis A, Nogami A, Ritter P, Gourraud JB, Ploux S, Rollin A, Zemmoura A, Lamaison D, Bordachar P, Pierre B, Jaïs P, PasquiéJL, Hocini M, Legal F, Defaye P, Boveda S, Iesaka Y, Mabo P, Haïssaguerre M: Outcome after implantation of a cardioverter-defibrillator in patients with Brugada syndrome: a

- multicenter study-part 2. Circulation, 2013 ; 128 : $1739 \sim 1747$
- 5) van Rees JB, Borleffs CJ, de Bie MK, Stijnen T, van Erven L, Bax JJ, Schalij MJ: Inappropriate implantable cardioverter-defibrillator shocks: incidence, predictors, and impact on mortality. J Am Coll Cardiol, 2011; 57:556 ~ 562

S-4-56 心電図 Vol. 36 SUPPL.4 2016