

【症例】

遠隔モニタリングシステムにおける Non-Sustained Ventricular Tachycardia
(NSVT)アラートのピットフォール

-Sustained VT を Non-sustained VT と誤診断し、抗頻拍ペーシング治療にいた
らなかった 3 例の検討-

The pitfall of Non-Sustained Ventricular Tachycardia (NSVT) Alert in Remote
Monitoring System

-Misdiagnosis of Sustained VT as Non-sustained VT and Failure of Anti-
tachycardia Pacing Therapy in Three Patients

in Press

浜松医科大学医学部附属病院 医療機器管理部¹⁾ 麻酔科蘇生科²⁾ 循環器内科³⁾

加茂嗣典¹⁾ 佐野誠³⁾ 瀧山弘也¹⁾ 中村元春¹⁾ 伊藤裕美¹⁾ 水口智明¹⁾

金子裕太郎³⁾ 榎原智晶³⁾ 成味太郎³⁾ 成瀬代士久³⁾ 漆田毅³⁾ 中島芳樹¹⁾²⁾

前川裕一郎³⁾

Tsugunori Kamo , Makoto Sano , Hiroya Takiyama , Motoharu Nakamura ,

Hiromi Ito , Toshiaki Mizuguchi , Yutaro Kaneko , Tomoaki Sakakibara , Taro

Narumi , Yoshihisa Naruse , Tsuyoshi Urushida , Yoshiki Nakajima , Yuichiro

Maekawa

【要旨】

遠隔モニタリングシステム（Remote monitoring system：RMS）は、早期の不整脈検出や治療確認が可能であり、生命予後を改善させることから、デバイス患者の標準的な管理手法として導入が推奨されている。今回我々は、心室頻拍ゾーン（Ventricular tachycardia zone：VTZ）付近の頻拍周期をもつ持続性心室頻拍（Sustained ventricular tachycardia：Sustained VT）を非持続性心室頻拍（Non-sustained ventricular tachycardia：NSVT）と誤認識し、抗頻拍ペーシングに至らなかった3症例を経験したので報告する。いずれの症例も NSVT として RMS のアラートが届いたが、心内心電図波形を評価すると、VTZ 近傍の変動する心室頻拍周期で、VTZ を脱した心拍の影響により Sustained VT の基準を満たさず、NSVT と診断され、抗頻拍治療に至らなかったと診断した。RMS で送信された心内心電図を直接確認し、早期に VTZ の再調整を行うことができた。今後、RMS の有用性を向上させ、治療遅延を防ぐためには、デバイスによる診断アルゴリズムの理解ならびに、心内心電図の丁寧な確認が重要である。

Keywords：①Sustained VT、②Non-sustained VT(NSVT)、③NSVT 診断アルゴリズム (NSVT diagnostic algorithm)、④RMS アラート送信 (Send alerts by RMS)

The pitfall of Non-Sustained Ventricular Tachycardia (NSVT) Alert in Remote Monitoring System -Misdiagnosis of Sustained VT as Non-sustained VT and Failure of Anti-tachycardia Pacing Therapy in Three Patients

Tsugunori Kamo¹ , Makoto Sano³ , Hiroya Takiyama¹ , Motoharu Nakamura¹ , Hiromi Ito¹ , Toshiaki Mizuguchi¹ , Yutaro Kaneko³ , Tomoaki Sakakibara³ , Taro Narumi³ , Yoshihisa Naruse³ , Tsuyoshi Urushida³ , Yoshiki Nakajima^{1,2} , Yuichiro Maekawa³

¹ Department of Medical Engineering, Hamamatsu University School of Medicine

² Department of Anesthesiology and Resuscitation, Hamamatsu University School of Medicine

³ Division of Cardiology, Internal Medicine III, Hamamatsu University School of Medicine

A remote monitoring system (RMS) has been recommended as a standard management method for patients with the cardiac implantable electronic device, since it enables early detection and therapeutic intervention of arrhythmic events. We experienced three cases with sustained ventricular tachycardia (Sustained VT) with a tachycardia cycle length near the ventricular tachycardia zone (VTZ),

which was misdiagnosed with non-sustained ventricular tachycardia (NSVT) without anti-tachycardia pacing therapy. Evaluation of device electrocardiogram records led us to a definite diagnosis of sustained VTs and early intervention of device reprogramming. The diagnostic algorithms of device programs for NSVT have some limitations of misdiagnosis, in particular cases with a VT cycle length near a VT therapy zone. The knowledge of these limitations is necessary to make the most of the advantages of RMS as early detection and therapeutic intervention for VTs.

in Press

Keywords : Sustained VT、Non-sustained VT(NSVT)、NSVT diagnostic algorithm、Send alerts by RMS

I. はじめに

遠隔モニタリングシステム (Remote monitoring system, RMS) は、バッテリーやリードなどのデバイスの不具合、不整脈検出や治療内容につき、早期発見を可能にしている¹⁾⁻⁴⁾。さらに、RMS を用いることで、外来の臨時受診の削減⁵⁾や入院期間の短縮⁶⁾、不整脈の早期発見、早期治療が可能となり、心血管疾患による死亡率だけでなく、総死亡率の低下が示されている^{7), 8)}。このことから、RMS の有益性は高く、日本不整脈心電学会からも遠隔モニタリングによるデバイス患者の管理手法として導入が推奨されている⁹⁾。しかし、デバイスプログラムによる不整脈診断能には限界があり、特に心室性不整脈に対する抗頻拍ペーシングやショックの遅延は、予後に影響する可能性があるため、RMS のアラートを丁寧に評価することが重要である。今回 RMS で非持続性心室頻拍 (non-sustained ventricular tachycardia, NSVT) と誤認識された心室頻拍ゾーン (ventricular tachycardia zone, VTZ) 付近の頻拍周期をもつ持続性心室頻拍 (Sustained VT) に対し、早期に治療介入できた 3 症例を経験したので報告する。

II. 症例

症例 1

患者：61 歳， 男性

経過：X-4 年 11 月に頻発性心室性期外収縮 (ventricular premature contraction,

VPC) (10000 発/日) 、中等度心機能低下 (左室駆出率 38%) のため他院受診。ビソプロロールを内服し VPC は減少 (1000 発 / 日) した。X-2 年 8 月頃より意識消失発作が複数回出現、同年 9 月に眩暈を主訴に他院を受診した。モニター心電図で sustained VT を指摘され、精査加療目的で当院へ転院となった。X-2 年 10 月に idiopathic VT に対しカテーテルアブレーションを施行、2 次予防目的に埋め込み型除細動器移植術 (implantable cardioverter-defibrillator, ICD) を施行した [Biotronik 社製 ICD (Ilivia 7 DR-T)] (表 1)。モニター心電図での sustained VT の頻拍周期は、300ms であり、カテーテルアブレーションを施行した際には、sustained VT は誘発されなかった。そのため、治療設定は、VT-1 zone 400ms [抗頻拍ペーシング治療 (Anti tachycardia pacing, ATP) : Burst×3, Burst×3, Shock : 10J, 20J, 40J×6]、VT-2 zone 300ms [ATP : Burst×3, Burst×3, Shock : 20J, 40J, 40J×6]、VF zone 240ms [ATP: Burst, Shock : 40J, 40J, 40J×6] とした (表 2)。X-1 年 12 月、遠隔モニタリングにて、心室頻拍周期 (ventricular tachycardia cycle length, VTCL) が延長し、VTZ を下回ってしまったため、sustained VT を NSVT と誤認識し、頻拍治療に至らなかったエピソードを確認した (図 1)。そのため、頻拍の停止や適切な持続時間は不明であった。外来受診を指示し、エピソード時に自覚症状を認めなかったことを確認した。設定を VT-1 zone 450ms [ATP : Burst×3, Ramp×3, Shock : OFF]、VT-2 zone

330ms [ATP: Burst×3, Ramp×3, Shock: 20J, 40J, 40J×6]、VF zone 240ms
[ATP: Burst, Shock: 40J, 40J, 40J×6] に変更した。設定変更後、sustained VT
の再燃は認めなかったものの、NSVT を認めた際の頻拍検出は VTZ 内で適切に
検出でき、適切治療、不適切治療いずれも認めずに経過している。

症例 2

患者：51 歳， 男性

経過：X-21 年 2 月に心拡大を指摘され他院を受診、心臓超音波検査で左室拡張
末期径 68mm、左室駆出率 37%を指摘され、精査にて拡張型心筋症と診断され、
薬物治療を開始。X-14 年 8 月に急性下壁心筋梗塞を発症し、責任血管である右
冠動脈に対して、冠動脈ステント留置術を施行した。X-8 年 4 月 sustained VT
(VTCL 320ms, 不定軸, 右脚ブロック型, 移行帯 V5) で他院へ緊急入院し、
direct current cardioversion (DC) 200J で洞調律に復した。原因として、冠動脈
狭窄の進行が疑われ、同年 5 月、冠動脈 3 枝バイパスを施行した。X-7 年 2 月
に sustained VT (VTCL 340ms, 正常軸, 左脚ブロック型, 移行帯 V3) のた
め他院に緊急入院、同年 3 月にカテーテルアブレーションを施行した。脚枝間
リエントリーと左室心尖部中隔領域に isthmus を有する心室頻拍と診断され右
脚領域と左室心尖部中隔を焼灼した。X-2 年 8 月に sustained VT (VTCL 360ms,

正常軸，左脚ブロック型，移行帯 V3）再燃を認め、同年 8 月二次予防目的に ICD 移植術を施行した [BIOTRONIK 社製 ICD (Ilivia 7 DR-T)] (表 1)。治療設定は、VT-1 zone 430ms [ATP : Burst×5, Burst×5, shock : OFF]、VT-2 zone 300ms [ATP : Burst×3, Burst×3, Shock : 10J, 20J, 40J×6]、VF zone 250ms [ATP: Burst, Shock : 40J, 40J, 40J×6] とした (表 2)。X-1 年 10 月に RMS で、VTCL が変動し VTZ を下回った心拍が散発したため、sustained VT を NSVT と誤認識し、頻拍治療に至らなかったエピソードを確認した (図 2)。そのため、頻拍の停止や適切な持続時間は不明であった。外来受診を指示し、エピソード時に自覚症状を認めなかったことを確認した。設定を VT-1 zone 480ms [ATP : Burst×5, Ramp×5, shock : OFF]、VT-2 zone 330ms [ATP : Burst×3, Burst×3, Shock : 10J, 20J, 40J×6]、VF zone 250ms [ATP : Burst, Shock : 40J, 40J, 40J×6] 変更した。設定変更後、Sustained VT を認めたが、頻拍検出は VTZ を抜けることなく適切に検出可能であり、抗頻拍ペーシングが作動 (適切作動) し頻拍を停止することを確認できたが、同時に上室性頻拍 (頻拍周期 480ms) に対する抗頻拍ペーシングの不適切作動を認めた。アミオダロン増量後も VT に対する ICD 適切作動の頻度が増加したため、同年 3 月に心室頻拍 (VTCL 460ms, 左上方軸，右脚ブロック型，移行帯 V2) に対しカテーテルアブレーションを施行した。上室性頻拍 (頻拍周期 480ms) に対する抗頻拍ペーシング作動 (不適

切作動)を認めていたため、アブレーション治療後、設定を VT-1 zone 430ms [ATP : Burst×5 , Ramp×5 , shock : OFF]、VT-2 zone 330ms [ATP : Burst×3 , Burst×3 , Shock : 10J , 20J , 40J×6]、VF zone 250ms [ATP : Burst, Shock : 40J , 40J , 40J×6] に変更した。以後、sustained VT の完全な抑制は得られていないが、頻度が減少し、NSVT との誤認識はなく、抗頻拍ペーシングの適切作動で頻拍の停止が得られている。薬物治療(アミオダロン)で経過観察中である。

症例 3

患者 : 76 歳, 男性

in Press

病歴 : X-14 年 9 月に不安定狭心症に対して他院で、左前下行枝ならびに左回旋枝に対して冠動脈ステント留置術を施行した。X-13 年 2 月、急性前壁梗塞を発症し、左前下行枝に対して冠動脈ステント再留置術を施行した。同年 11 月に不安定狭心症で再度入院、重症 3 枝病変のため冠動脈 3 枝バイパス術を施行した。X-3 年 9 月に心不全増悪のため、他院へ入院し、頻発する心室性期外収縮に対し、アミオダロン 100mg による内服加療が開始された。X-1 年 1 月に心室頻拍 (VTCL 315ms , 下方軸 , 左脚ブロック型) を認め、低左心機能 (左室駆出率 30%程度) を伴う持続性心室頻拍の二次予防目的に除細動器付き左室再同期療法 (Implantable cardioverter defibrillator with cardiac resynchronization therapy,

CRT-D)移植術を施行した [BIOTRONIK 社製 CRT-D (Acticor 7 HF-T QP)] (表 1)。治療設定は、VT-1 zone 410ms [ATP : Burst×3 , Burst×3 , shock : OFF]、VT-2 zone 350ms [ATP : Burst×3 , Ramp×3 , Shock : 40J , 40J , 40J×6]、VF zone 280ms [ATP : Burst, Shock : 40J , 40J , 40J×6] とした (表 2)。X-1 年 10 月に RMS で、VTCL が 410-420ms と変動し、間欠的に VTZ を下回ったため、sustained VT を NSVT と誤認識し頻拍治療に至らなかったエピソードを確認した (図 3)。そのため、頻拍の停止や適切な持続時間は不明であった。外来受診を促し、エピソード時に自覚症状を認めなかったことを確認した。設定を VT-1 zone 440ms [ATP : Burst×3 , Burst×3 , shock : OFF]、VT-2 zone 350ms [ATP : Burst×3 , Ramp×3 , Shock : 10J , 20J , 40J×6]、VF zone 280ms [ATP : Burst, Shock : 40J , 40J , 40J×6] に変更し、アミオダロンを 150mg へ増量した。また、増量後は sustained VT を認めなかったが、増量以前は sustained VT (VTCL 360-401ms) に対して頻回な CRT-D による抗頻拍ペーシング作動 (適切作動) も認めたため、新たな心筋虚血の関与がないことを確認の上、sustained VT (VTCL 370ms , 不定軸, 左脚ブロック型 , 移行帯 V3-V4) に対してカテーテルアブレーションを施行した。左室前壁中隔に広範に低電位領域が広がっており、同部位の遅延電位を指標として左室前壁中隔の substrate modification を施行した。アブレーション中の VTCL が 370ms であり、VT-1

zone 440ms で検出可能と判断し、アブレーション治療後の設定変更は行わなかった。sustained VT の完全な抑制は得られていないものの、頻度が減少し、NSVT との誤認識はなく、sustained VT に対して、抗頻拍ペーシングが適切作動し、頻拍停止を得られている。

Ⅲ. 考察

1. ICD の頻拍診断アルゴリズムと NSVT アラートの対応

除細動機能付きの植え込み型心臓電気デバイスにおける理想的な検出回路は、治療が必要な心室細動 (ventricular fibrillation, VF) や VT の頻拍を正しく認識できる作動アルゴリズムであり、適切に検出ができなければ、治療の遅延や重篤な結果を引き起こす可能性がある。デバイスにおける頻拍の検出は、任意に設定した心拍数 (ゾーン) と持続時間 (カウンタ) で頻拍を判断するアルゴリズムとなっているが、VF/VT のアルゴリズムを満たさない NSVT の診断アルゴリズムは各社で仕様が異なっている (表 3)。BIOTRONIK 社製のカウンタは、VF では最新の R-R 間隔を含む直前の一定拍数中に、何拍あるかを確認し設定した拍数を満たせば検出となる。VT では、増減カウンタ方式を採用しており、R-R 間隔が VTZ より短ければ+1 カウント、R-R 間隔が VTZ より長ければ-1 カウントとなり、設定された検出数を満たすと VT と検出される。ただし、上室性不整脈識別機能を入れた場合、1 心拍毎で頻拍を識別するため VTZ より早い頻拍で

あっても上室性不整脈（心房細動、心房粗動、洞性頻脈など）と識別されるとカウンタはマイナスされる。NSVT のアルゴリズムは、VT と同様、増減カウンタ方式を採用しており、R-R 間隔が VT より短ければカウンタが+1 カウント、R-R 間隔が VT より長ければ-1 カウントされる。頻拍イベントが 5 連続で検出心拍数を下回った時点で頻拍イベントのカウンタが 1 つ以上残っている場合（NSVT アルゴリズムを満たし、かつ VT のアルゴリズムを満たさないもの）、NSVT エピソードとして検出される。また、NSVT エピソードは、4 連続の R-R 間隔の移動平均が 220ms 以上の場合 slow non-sustained VT、4 連続の R-R 間隔の移動平均が 220ms 未満の場合 fast non-sustained VT に分類される。

今回、症例 1-3 いずれの症例においても、頻拍イベントが 5 連続で VTZ の検出心拍数を下回っており、その時のカウンタが検出数を満たさず、かつ 1 つ以上残っていたと想定されるため、持続性の VT エピソードではなく NSVT と診断されたと考えられる。本症例の頻拍周期を他社の NSVT アルゴリズムに当てはめてみても、VTZ を下回る頻拍周期が混在しているため、頻拍が持続していても VT のアルゴリズムを満たさず、NSVT と診断される可能性が高いと考えられた。したがって、頻拍周期が VTZ 近傍で変動する場合は、VT の診断を満たさず、sustained VT を NSVT と誤診断する可能性があることに注意すべきであり、機器の診断、作動を理解するうえでアルゴリズムを知ることは大切である。

また、非持続性心室頻拍（NSVT）の病的意義は、病態や背景疾患、心拍数によって様々な報告がある。2008年に報告されたメタ解析では、24時間ホルター心電図における NSVT は、心機能低下群において突然死の予測因子となると報告されている¹⁰⁾。海外における一次予防適応の ICD 患者においては、NSVT は適切作動や心不全入院の予測因子になるとの報告¹¹⁾や、NSVT は ICD 適切ショック作動のハザード比 2.46(95%信頼区間 1.59-3.76)と有意な危険因子であるとの多変量解析の報告がある¹²⁾。本邦からも、一次予防の NSVT が ICD 適切作動の予測因子になるとの報告¹³⁾もあるが、一方で Japan Cardiac Device Treatment Registry の一次予防の CRT-D 患者においては、NSVT は ICD 適切作動との関連はなく、心不全死が有意に多いと報告している¹⁴⁾。さらに、近年では NSVT の頻拍周期に関しても検討され、ICD で認めた NSVT の頻拍周期は、初回の単形性 VT の頻拍周期との相関($r=0.88$, $p<0.001$)があるとの報告¹⁵⁾や拡張型心筋症患者においては rapid NSVT が VT 発症を予測するとの報告がある¹⁶⁾。したがって、ICD における NSVT の診断と頻拍周期の評価は、その後の適切作動や予後のリスク層別化に有用であり、遠隔モニタリングでの早期診断の重要性は大きいと言える。当院では遠隔モニタリングで診断された NSVT アラートに対して全例で心内心電図の確認を行っており、NSVT の正確な診断のみならず、治療へのフィードバックを心掛けている。

今回の3症例は、いずれも NSVT のアラートであったが、心内心電図の確認により sustained VT と判断することができたため、NSVT とアラート送信された心内心電図の確認は重要であると考えられる。

2. 心室頻拍に対する抗頻拍ペーシング治療

VT は器質的心疾患によらず、生命予後を脅かすものであり、本邦における ICD 移植後の前向き観察研究 Nippon Storm においても、二次予防移植は、重症の電

VT に対する ICD 適切作動には、ショック治療と ATP がある。ATP はショック治療と異なり、心筋への障害が少なく予後に影響しないことから、積極的に設定することが望ましいとされている^{18), 19), 20)}。しかし、一方で不適切な ATP 設

定は、不適切作動や VT の再誘発にも関与しうるため、注意が必要である。近年一次予防では、MADIT-RIT 試験にて不適切作動を減らすべく、High rate, Long

detection の設定が推奨されているが²¹⁾、二次予防の場合は、症例ごとの VTCL に則したテーラーメードな ATP 設定が必要とされる。ATP ゾーン設定に際し、

抗不整脈薬やアブレーション治療により、伝導時間の延長や不整脈器質が修飾され、頻拍周期が長くなる可能性も考慮することも重要である。特に本症例のように VTZ 近傍の Sustained VT を NSVT と誤診断されることで、ATP 治療の非

介入や治療遅延のリスクがあるため、実際に確認された NSVT や VT の頻拍周期を基に VTZ の再調整が重要と考えられる。

3. 抗不整脈薬治療およびカテーテルアブレーションが VT 周期に与える影響

心不全患者におけるショック作動は、生活の質 (Quality of life, QOL) を低下させ、生命予後を悪化しうるため、ショック作動を抑制させる必要があり、抗不整脈薬による治療やカテーテルアブレーションによる心室性不整脈の予防が重要である。ICD 移植症例に対するアミオダロンの役割は、心室期外収縮の抑制、VT/VF の予防、VT 周期の延長、上室性不整脈の予防、房室伝導の抑制、ショック作動の抑制や抗頻拍ペーシング成功率の改善、不適切作動の回避につながると考えられる。ただし、抗不整脈薬にはベースラインの心拍数だけでなく、頻拍時の心拍数も徐拍化する作用がある。そのため、出現した Sustained VT が検出レートを下回ってしまい治療が遅れてしまうことがあるため、注意が必要であると報告されている^{22), 23)}。症例 2、3 においても、アミオダロンが内服されており、頻拍時の心拍数が徐拍化したため検出レートを下回り、Sustained VT を NSVT と診断され治療が行われなかった可能性が考えられるため、二次予防における VTZ の設定には注意が必要である。

また、抗不整脈薬抵抗性の難治性心室性不整脈に対するカテーテルアブレーション

ヨン治療は、薬物治療強化よりも、ICD 適切作動を減らすのみならず、予後も改善すると報告され、重要な治療戦略である²⁴⁾。ただし、カテーテルアブレーションによる不整脈基質への修飾は、心室頻拍の心拍数に影響を与えうる。今回、症例 1-3 いずれの症例においても、カテーテルアブレーションが施行されており、心室頻拍の心拍数に影響を与えた可能性も考えられるため、抗不整脈薬と同様に ICD における VTZ の設定には注意が必要である。

4. 遠隔モニタリングの有用性と問題点

心臓植込みデバイスが植込まれた患者は、デバイスの異常や不整脈のイベントを発見するために定期的なチェックを必要とする。プログラマーを用いた対面診療が一般的であったが、患者数の増加による業務量の増加が医療現場を圧迫するようになっている。RMS は、患者が日常生活を送りながら、デバイス情報をサーバーに送信し、Web 上で医療従事者が確認できるシステムである。RMS の安全性、有用性に関する様々な臨床試験が行われており、RMS によって対面診療の回数を減らし、通院に伴う患者の労力も軽減でき、それにより保険診療費の削減が得られることが報告されている^{1)-3), 25)}。また、従来では対面診療でしか確認できなかった不整脈イベントも、RMS により早期発見できることが示されており、入院回数や入院期間の短縮⁶⁾、生命予後の改善が報告されている^{7), 8)}。

このように RMS 導入により、生命予後の改善や患者の通院労力軽減に役立つ一方で、広く普及したことによるアラート件数の増加、データの確認が今後の課題となっている。また、近年人工知能 (artificial intelligence , AI) 技術が様々な領域で活躍され始めている。医療画像診断、診療経過や予後予測、治療機器の自動制御など、A I 技術が医療で活用される可能性のある領域は多く ²⁶⁾、実際にテストデータに対して、ある程度高い精度で重症化を予測するといった研究成果が報告されている ²⁷⁾。今回報告した 3 症例では、エピソードの丁寧な確認により早期発見、早期対応が可能となったが、将来的には AI 機能を用いることによる診断能の向上が求められ、データ確認や管理に役立つことが期待されている。

in Press

IV. 結語

NSVT に対するデバイス診断の限界を知り、RMS による心内心電図の丁寧な確認は、Sustained VT に対する治療遅延や不適切作動を防ぐうえで重要である。

【文献】

1) Varma N , Epstein AE , Irimpen A , et al . Efficacy and safety of automatic remote monitoring for implantable cardioverter-defibrillator follow-up : the Lumos-T Safely Reduces Routine Office Device Follow-up(TRUST)trial .

Circulation 2010 ; 122 : 325 – 322 .

2) Watanabe E , Kasai A , Fujii E , et al . Reliability of implantable cardioverter defibrillator home monitoring in forecasting the need for regular office visits , and patient perspective . Japanese HOME-ICD study . Circ J 2013 ; 77 : 2704 – 2711 .

3) Guedon-Moreau L , Lacroix D , Sadoul N , et al . A randomized study of remote follow-up of implantable cardioverter defibrillators : safety and efficacy report of the ECOST trial . Eur Heart J 2013 ; 34 : 605 – 614 .

4) Parthiban N , Esterman A , Mahajan R , et al . Remote Monitoring of Implantable Cardioverter-Defibrillators : A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Outcomes . J Am Coll Cardiol 2015 ; 65 : 2591 – 2600 .

5) Landolina M , Perego GB , Lunati M , et al . Remote monitoring reduces healthcare use and improves quality of care in heart failure patients with implantable defibrillators : the evolution of management strategies of heart failure patients with implantable defibrillators (EVOLVO) study . Circulation 2012 ; 125 : 2985 – 2992 .

6) Crossley GH , Boyle A , Vitense H , et al . The CONNECT (Clinical Evaluation of Remote Notification to Reduce Time to Clinical Decision) trial : the value of wireless remote monitoring with automatic clinician alerts . J Am Coll Cardiol

2011 ; 57 : 1181 – 1189 .

7) Saxon LA , Hayes DL , Gilliam FR , et al . Long-term outcome after ICD and CRT implantation and influence of remote device follow-up : the ALTITUDE survival study . Circulation 2010 ; 122 : 2359 – 2367 .

8) Hindricks G , Taborsky M , Heinrich U , et al . Implant-based multiparameter telemonitoring of patients with heart failure (IN-TIME) : a randomized controlled trial . Lancet 2014 ; 384 : 583 – 590 .

9) 日本不整脈心電学会 : 心臓植込型デバイスにおける遠隔モニタリングステートメント . 2016 http://new.jhrs.or.jp/guideline/statement201607_01/

10) de Sousa MR, Morillo CA, Rabelo FT, et al. Non-sustained ventricular tachycardia as a predictor of sudden cardiac death in patients with left ventricular dysfunction: A meta-analysis. European Journal of Heart Failure 2008; 10: 1007-1014.

11) Makimoto H, Zielke S, Clasen L, et al. Clinical significance of precedent asymptomatic non-sustained ventricular tachycardias on subsequent ICD interventions and heart failure hospitalization in primary prevention ICD patients. Eur J Med Res. 2020 ;25:5. doi: 10.1186/s40001-020-0401-x.

12) Verstraelen TE, van Barreveld M, van Dessel P et al. Development and

external validation of prediction models to predict implantable cardioverter-defibrillator efficacy in primary prevention of sudden cardiac death. *Europace*. 2021;23:887-897. doi: 10.1093/europace/euab012.

13) An Y, Ando K, Soga Y, et al. Mortality and predictors of appropriate implantable cardioverter defibrillator therapy in Japanese patients with Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II criteria. *J Arrhythm*. 2017; 33: 17-22. doi: 10.1016/j.joa.2016.01.012.

14) Yokoshiki H, Shimizu A, Mitsuhashi T, et al. Prognostic significance of nonsustained ventricular tachycardia in patients receiving cardiac resynchronization therapy for primary prevention: Analysis of the Japan cardiac device treatment registry database. *J Arrhythm*. 2018;34:139-147. doi: 10.1002/joa3.12023.

15) Jiménez-Candil J, Duran O, Oterino A, et al. Cycle length of nonsustained ventricular tachycardias among ICD patients: implications on subsequent appropriate therapies. *BMC Cardiovasc Disord*. 2021 ; 21:268. doi: 10.1186/s12872-021-02087-2.

16) Lee WC, Watanabe M, Yokoshiki H, et al. Rapid-rate nonsustained ventricular tachycardias in high-risk dilated cardiomyopathy patients. *Pacing Clin*

Electrophysiol. 2020; 43: 1086-1095. doi: 10.1111/pace.14027.

17) Takashi Noda , Takashi Kurita , Takashi Nitta , et al . Significant impact of electrical storm on mortality in patients with structural heart disease and an implantable cardiac defibrillator . Int J Cardiol , 2018 ; 255 : 85 – 9118) Sweeney MO , Sherfese L , DeGroot PJ , et al . Differences in effects of electrical therapy type for ventricular arrhythmias on mortality in implantable cardioverter-defibrillator patients . Heart Rhythm, 2010 ; 7 : 353 – 360 .

19) Wathen MS , DeGroot PJ , DeGroot PJ , et al . Prospective randomized multicenter trial of empirical antitachycardia pacing versus shocks for spontaneous rapid ventricular tachycardia in patients with implantable cardioverter-defibrillators : Pacing Fast Ventricular Tachycardia Reduces Shock Therapies(PainFREE Rx II)trial results . Circulation 2004; 110 : 2591 – 2596.

20) Daubert JP , Zareba , W , Cannom DS , et al . Inappropriate implantable cardioverter-defibrillator shocks in MADIT II : frequency , mechanisms , predictors , and survival impact . J Am Coll Cardiol. 2008; 51 : 1357 – 1365.

21) Kutiyifa V , Daubert JP , Schuger C , et al . Novel ICD Programming and Inappropriate ICD : Therapy in CRT-D Versus ICD Patients a MADIT-RIT Sub-Study . Circ Arrhythm Electrophysiol . 2016 ; 9 : e001965.

22) 中井俊子. 植込み型除細動器 (ICD). 循環器ジャーナル Vol.68 No.3 2020 ; 438 - 444 .

23) 独立行政法人 医薬品医療機器総合機構 : 植込み型除細動器と抗不整脈薬との相互作用に係る「使用上の注意」の改訂指示等について .
<https://www.pmda.go.jp/safety/info-services/devices/0047.html>

24) Sapp JL , Wells GA , Ratika Parkash , et al . Ventricular Tachycardia Ablation versus Escalation of Antiarrhythmic Drugs . N Engl J Med. 2016 ; 375 : 111 – 121.

25) Watanabe E , Yamazaki F , Goto T , et al . Remote Management of Pacemaker Patients with Biennial In-clinic evaluation : Continuous Home Monitoring in the Japanese atHome Study : A Randomized Clinical Trial . Circ Arrhythm Electrophysiol. 2020 ; 13 : e007734

26) 大江和彦 . これからの医療における AI の活用と課題 . 医薬品情報学 Vol. 19 No.3 2017 ; N1 – N3 .

27) Riccardo M , Li L , Brian A , et al . Deep patient : an unsupervised representation to predict the future of patients from the electronic health records . Scientific Reports 2016; 6 ,: 26094

表 1 3 症例の患者背景

	症例 1	症例 2	症例 3
年齢（歳）	61	51	76
性別	男性	男性	男性
LVEF（%）	59	36	16.1
メーカー	BIOTRONIK	BIOTRONIK	BIOTRONIK
デバイスの種類	ICD	ICD	CRT-D
疾患	VT Brugada 症候群	OMI-VT	OMI-VT
適応	2 次予防	2 次予防	2 次予防
抗不整脈薬	なし	アミオダロン	アミオダロン

表2 3症例のデバイス設定（治療設定）

	VT-1				VT-2				VF			
	イン ター バル (ms)	検 出 数	ATP 治療	シ ョ ック 治療	イン ター バル (ms)	検 出 数	ATP 治療	シ ョ ック 治療	イン ター バル (ms)	検 出 数	ATP 治療	シ ョ ック 治療
症 例 1	400	50	Burs t×3	10J	300	20	Burs t×3	20J	240	30 / 40	Burs t	40J
			Burs t×3	20J			Burs t×3	40J				40J
				40J ×6				40J ×6				40J ×6
症 例 2	430	70	Burs t×5	OFF	300	60	Burs t×3	10J	250	18 / 24	Burs t	40J
			Burs t×5				Burs t×3	20J				40J
								40J ×6				40J ×6
症 例 3	410	28	Burs t×3	OFF	350	20	Burs t×3	40J	280	24 / 30	Burs t	40J
			Burs t×3				Ram p×3	40J				40J
								40J ×6				40J ×6

表 3 Non-Sustained Ventricular Tachycardia (NSVT)診断アルゴリズムの各社比較

(2022 年時点)

メーカー	エピソードの検出条件
Medtronic	VFZ / FVTZ / VTZ / VT モニターの検出ゾーン内において心室イベントが 5 連続以上あり、それぞれ設定した検出数を満たさず頻拍が停止した場合に NSVT として検出される。
Abbott	VFZ / VTZ の検出ゾーン内において心室イベントが 6 サイクル以上あり、それぞれで設定した検出数を満たさず頻拍が停止した場合に NSVT として検出される。
Biotronik	VFZ / VTZ で非持続性頻拍を少なくとも 6 サイクル以上カウントし、VFZ / VTZ より遅いインターバルが 5 連続で検出され、カウンタの値が 1 以上の場合、nsT として検出される。
Boston	VFZ / VTZ の検出ゾーン内において 3 連続の心室イベントと 8/10 以上の心室イベントがあり、それぞれで設定した検出時間に満たさず頻拍が停止した場合に NSVT として検出される。
MicroPort	VTZ の検出心拍数に対し条件となる検出数を満たし、設定した持続検出数に満たさず頻拍が停止した場合に NSVT として検出される。

VFZ : VF zone , FVTZ : FVT zone , VTZ : VT zone

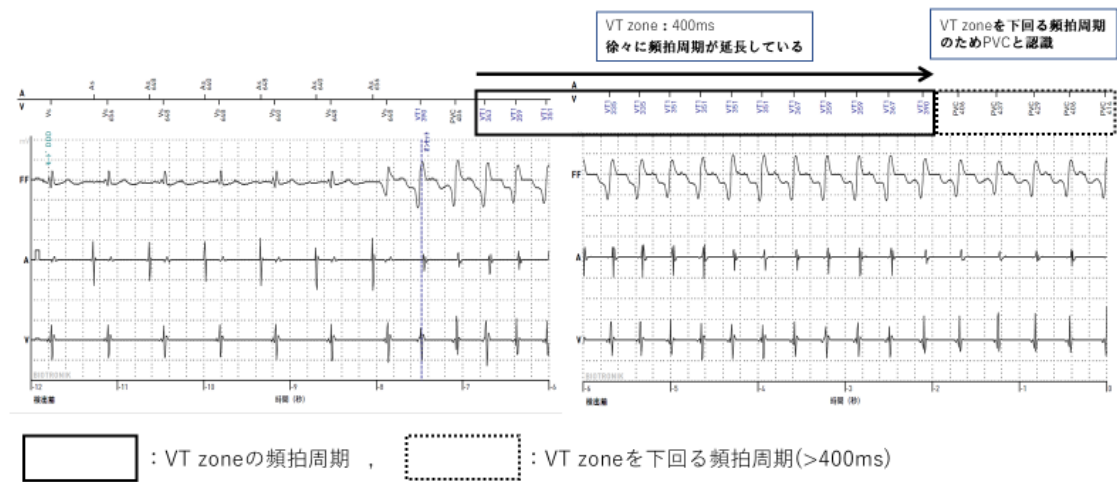


図1 遠隔モニタリングで送信された NSVT エピソード（症例1）

頻拍周期が延長し VT zone を下回ったため、持続性心室頻拍を非持続性心室頻拍と誤認識し、頻拍治療に至らなかった。

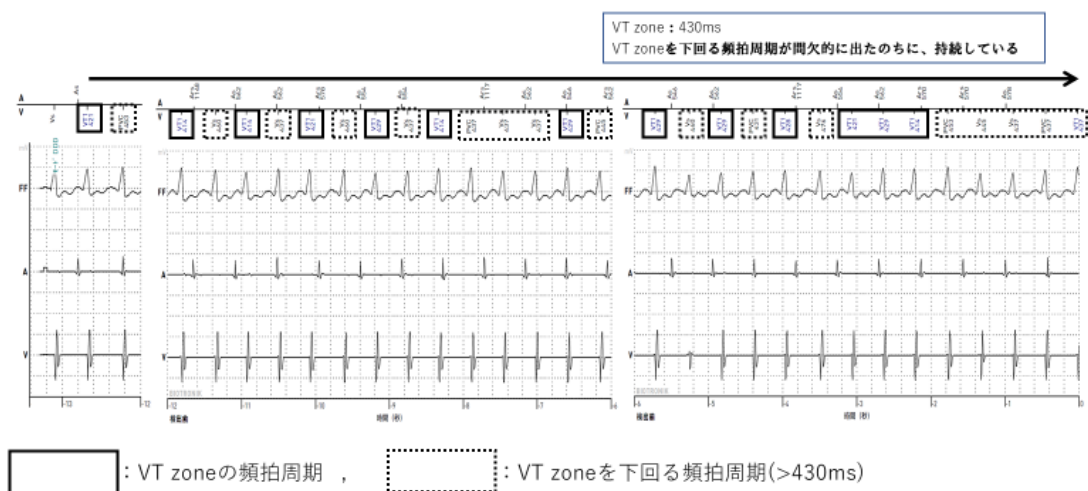


図2 遠隔モニタリングで送信された NSVT エピソード (症例2)

頻拍周期が変動し VT zone を下回った心拍が散発したため、持続性心室頻拍を非持続性心室頻拍と誤認識し、頻拍治療に至らなかった。

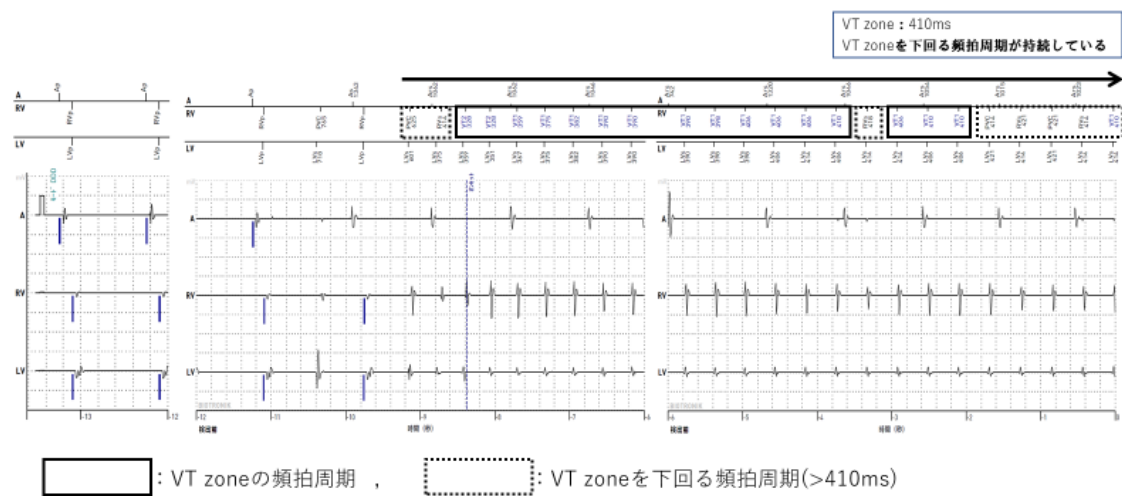


図3 遠隔モニタリングで送信された NSVT エピソード (症例3)

頻拍周期が延長し間欠的に VT zone を下回ったため、持続性心室頻拍を非持続性心室頻拍と誤認識し、頻拍治療に至らなかった。