

● 一般演題

両室ペースメーカーのペーシングスパイクおよび心室波のオーバーセンシングとマグネットモード動作に起因する ICD 不適切作動の経験

埼玉医科大学病院 ME サービス部 奥村 高広・大木 康則・矢島 真知子
 埼玉医科大学病院循環器内科 須賀 幾・加藤 律史・松本 万夫

はじめに

心室再同期療法を目的とした両室ペースメーカー(CRT)と致死性不整脈に対する植込み型除細動器(ICD)を併用した症例において、CRTのペーシングスパイクをICDが不適切感知し、CRTが自動的にマグネットモード動作に切替わりペーシングレートが上昇したことに起因するICDの不適切作動を経験したので報告する。

1 症 例

64歳、男性。DCM, VTの診断にて、2期的にICDおよびCRT植込みを施行した。ICDはVENTAK PRIZM 2 DR(日本ライフライン)をVVIモードで使用し、ショックリードはENDOTAK ENDURANCE EZ 0155(日本ライフライン)を右室側心室中隔に留置した。頻拍検出条件はVTゾーンを400ms(150bpm), VFゾーンを333ms(180bpm)の2ゾーン設定とした。CRTはInSync 8040(Medtronic)を使用し、電極リードは経静脈的に右心耳にTENDRIL SDX 1488T(ST.JUDE MEDICAL), 右室心尖部にCAPSURE FIX 5068(Medtronic), 冠状静脈にAttain 2187(Medtronic)を留置しDDDモードに設定した。CRT植込み時、ICDによるCRTのペーシングスパイクの不適切感知は認められなかった。植込み2週間後、血行動態の悪化に対するCRT設定調整中、ICDによる治療が施行された。

2 考 察

1) 不適切感知および作動エピソード

ICDには本事象に関連するエピソードが4個記録されていた。そのうち2個のエピソードのEGM波形を図1, 2に示す。波形上段はショックリード先端チップ電極および遠位側コイル電極間、下段は遠位側および中枢側コイル電極間の感知電位波形である。記録波形およびICD感知電位のマーカーより心室波以外にCRTの心房および心室スパイクの不適切感知を認めた。

図1は不適切感知により頻拍として検出されたが、治療には至らなかったエピソード(Episode 1)である。波形よりCRTの心房スパイクのクロストークが認められる。心室スパイクは波形には認められるが、CRTのAVインターバルが120msに設定されており、ICDのセンシング後の不応期が135msであったため感知されていない。マーカーのある始めの4拍はいずれも心房スパイクがクロストークされ、195~225ms後に心室波がVFとして感知されているが、CRTの基本レートが50ppmであったため、心室波と次の心房スパイクまでの間隔がICDの頻拍条件を満たしていない。しかし、次の5拍はペーシングレートが100ppmに上昇しており、心室波および心房スパイクともに頻拍として感知されている。そして次の1拍は基本レートに戻り、エピソードは終了している。

図2は不適切感知によりVTとして頻拍条件を満たし、抗頻拍ペーシング(ATP)およびカル

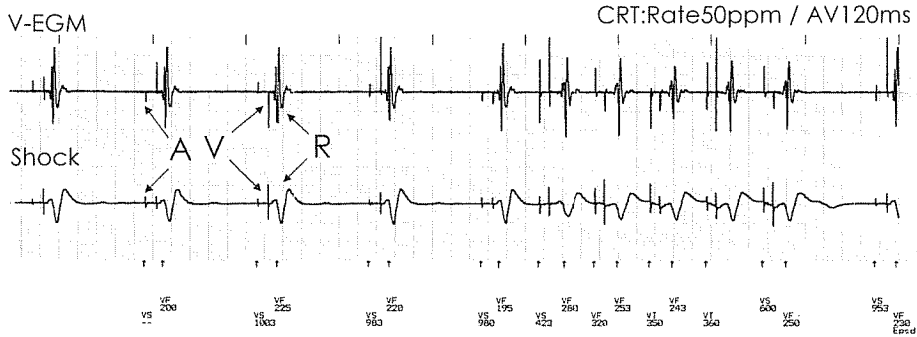


図1 Episode 1
A:atrial pacing spike, V:ventricular pacing spike, R:QRS wave

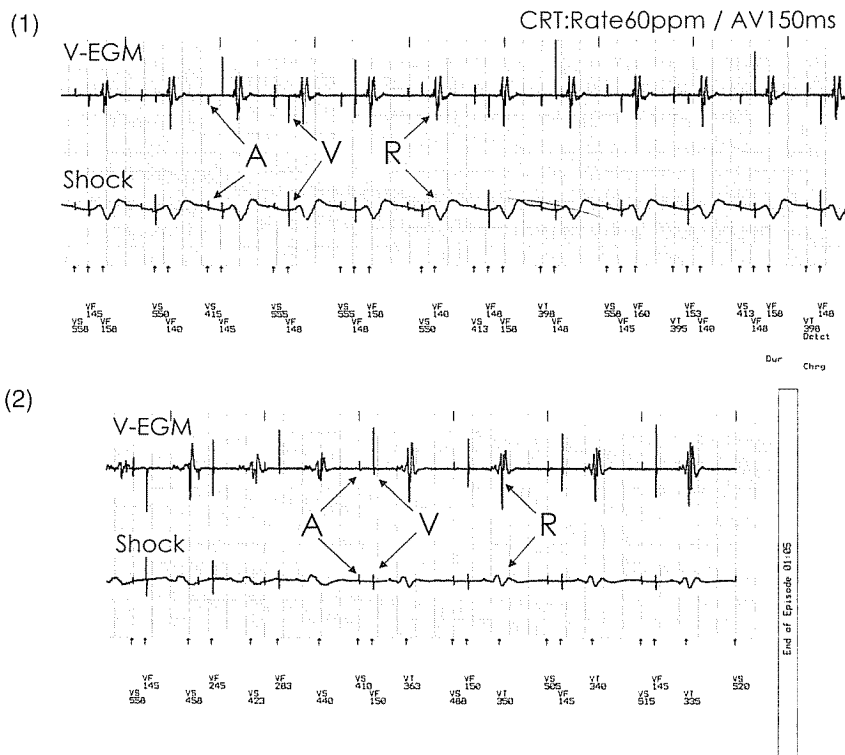


図2 Episode 2
A:atrial pacing spike, V:ventricular pacing spike, R:QRS wave

ディオバージョン(CV)治療に至ったエピソード(Episode 2)の一部である。図2(1)に示すように、心室波以外にCRTの心房および心室スパイクが不適切感知されている。本エピソード時、CRTのAVインターバルは150msで設定されてお

り、心房スパイクのクロストーク後、心室スパイクはICDの不応期を脱しVFとして感知されている。さらに心室スパイクから140~160ms遅延して心室波がVFとして感知されている。このときペーシングレートは85ppmであり、心室波が

感知された後、次の心房スパイクが400ms以内にクロストークされVTとして感知されている。アンダーセンシングやVTゾーンを逸脱する場合もあるが、結局はVT持続条件を満たしATPが施行された。さらにこの状態が持続し、CV治療が施行された。図2(2)はCV治療後の波形であるが、5拍目からは基本レート60ppmとなり、頻拍条件を満たさなくなりエピソードは終了した。

2) ペーシングレートの変化

CRTのペーシングスパイクの不適切感知があっても、ペーシングが基本レートの場合は、頻拍条件を満たさず治療には至っていない。Episode 1, Episode 2では、ペーシングレートがそれぞれ100ppm, 85ppmに変化し、その持続時間によって頻拍持続条件を満たし治療が施行された。本症例に用いたCRTはプログラマによるテレメトリが開始されると数拍固定レート100ppmで作動する。また、プログラマヘッドがペースメーカー上に設置されると自動的にマグネットモードに切替わり、プログラマヘッドを外すかプログラマにより手動で解除するまでDOOモードでレート85ppm(マグネットレートMR)となる。

Episode 1はテレメトリ後マグネットモードの解除が適切に行われたが、Episode 2はマグネットモードの解除が行われず、MR 85ppmが持続し頻拍持続条件が満たされた。CV治療後、図2(2)に示すよう基本レートに復帰したが、これはショック通電時の体動によりプログラマヘッドが脱落したためと考える。

3) 両室ペーシング不全による心室興奮波の遅延

本事象発生時、両室ペーシングの刺激閾値が高値でありCRTの心室出力を7.5V/1.0msに設定していた。本症例に用いたCRTは、前述したテレメトリ開始時のレート変化とともに出力が5.0V/1.0msに変更される。つまり、本症例の場合、出力の低下となる。図1のコイル電極間電位(下段)の心室波はレートが100ppmに切替わった時点、つまりテレメトリが開始されてからwide QRSとなっているのが確認できる。また、先行する心房スパイクとの間隔は基本レート時

で195~225msであるが、テレメトリ時は243~280msに延長している。つまり、両室ペーシングの閾値が高値のため、両心室を同時に捕捉することができず、ペーシングが片落ちの状態であったと考える。

Episode 2のようにCRTの心室スパイクが不適切感知されている場合、もし良好な両室ペーシングが得られていれば、心室スパイクに続く心室波はICDの不応期内に入ると推察されるが、Episode 2では心室スパイクから心室波までは140~160msの遅延がありVFとして感知された。さらにこの遅延は、その後のCRTの心房スパイクとの間隔を短縮し、心房スパイクのクロストークを頻拍として感知させる要因ともなったと考える。ICDとCRTを併用する場合、ICDの不適切感知を防ぐためにも良好な両室ペーシングが施行されること、つまり心室の低い刺激閾値が得られることは重要である。

4) ペーシングスパイクのオーバーセンシング

本事象の根本原因はCRTのペーシングスパイクの不適切感知にある。本症例のCRT植込み時、ICDの不適切作動の原因となる電位の感知は認められなかった。また、植込み後1週間のフォローアップ中、プログラマによるテレメトリおよび各種測定(リード抵抗、刺激閾値など)を数回施行しているが、その時に不適切感知および作動のエピソードはICDに記録されていなかった。よって本事象におけるペーシングスパイクの不適切感知は特発的に発生したと考える。本症例以外にもCRTとICDを併用した症例において、植込み時には認められなかった心房スパイクのクロストーク(高出力時)を植込み後のフォローアップ中に認めた経験がある。

本事象発生時、心室の刺激閾値上昇に対し最大出力に設定したことは、心室スパイクのオーバーセンシングを惹起した要因であると推察されるが、心房ペーシングの出力は変更しておらず、また心房リードにはスクリーインリードを用いており、本事象発生前後の胸部X線写真によりリードの位置の変化は認められなかったことから、心房スパイクが感知された原因は特

定できなかった。ただし、心房および心室ペーシング出力電圧はICDのセンシング感度の1000倍レベルであり、ICDから出力されたものではないためブランキングやペーシング後不応期で回避することもできない。よってCRTとICDを併用する場合、CRTのペーシングスパイクを不適切感知する可能性は高いと考える。

また、本症例に用いたICDのセンシング後不応期は135ms固定であるため、Episode 2のCRTのAVインターバル150msでは、心房および心室スパイクともに感知されてしまうが、不応期より短いAVインターバルに設定すればダブルカウントは回避できたと考える。ただし、両室ペーシングの至適AVインターバルを考慮しなければならず、必ずしも回避できるわけではない。

ICDのショックリードのセンシング方式もオーバーセンシングを惹起する要因の一つと考える。除細動閾値に優れているとされるデュアルコイルリードの場合、現在わが国で使用可能なものは先端チップ電極と遠位側コイル電極間でセンシングを行うインテグレイテッドバイポーラ方式のリードであり、先端チップ電極およびリング電極にてセンシングを行うトウルーバイポーラ方式のリードは使用できない。本症例にも前者の方式のリードを用いている。本方式の場合、センシング範囲が広くなり、ノイズやファーフィールド電位のオーバーセンシングの可能性が高まると考える。また、先述したように良好な両室ペーシングつまりペーシング閾値が低値であれば、CRTの心室出力を抑えることができ、心室スパイクのオーバーセンシングの可能性を減少できると考える。

5) CRT および ICD 併用症例のフォローアップ

本症例のように特発的に予期せぬ不適切感知が発生する可能性があり、またCRTのテレメトリに伴うペーシングレートの変化があることから、CRTのプログラマによるフォローアップ時には、ICDを先にテレメトリし感知電位をモニタリングしながらCRTのテレメトリをすることが重要である。また、本症例に用いたCRTの場合、マグネットモードの解除を速やかに行うこ

とは不適切作動を回避するために必須である。

6) ICDの心房ペーシングによる不適切感知回避の可能性

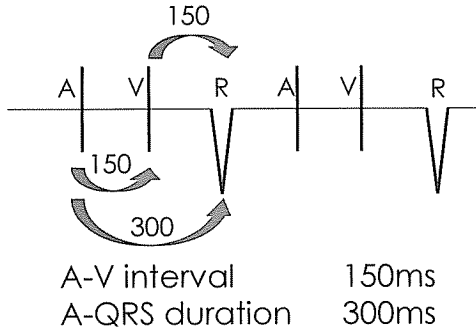
CRTを用いている以上、心室ペーシングは必須であり、ICDにてCRTの心室スパイクの感知を選択的に回避することは困難である。植込み時、不適切感知をせず刺激閾値が低値である部位にリードを留置することが最善の方法である。

また、徐脈を伴う症例に対しては心房ペーシングも必要となる。それをCRTにて行えば、ICDにペーシング後のブランキングは発生せず、クロストークを回避することはできない。センシング感度も不整脈検出のため高い設定あるいは自動感度調整されるため、感度設定によって回避することは不可能である。当然、不適切感知が発生しない部位への留置が必要であるが、万が一回避できなかった場合、心房ペーシングをICDにて行う、つまりICDをAAIモードで作動させることにより、心房ペーシング後ICDにはブランキングが発生しクロストークを回避できると考える。CRTはVDDモードにて心房イベントに同期させ、至適AVインターバルにて両室ペーシングを行うといった方法が有効と考える。

7) 不適切感知下、頻拍検出条件を満たしうるペーシングレート

本症例では不適切感知が発生していても、基本レートでペーシングが行われているときはICDの作動には至らず、レートが上昇したときに頻拍検出条件を満たした。そこでEpisode 2における不適切感知による頻拍条件(VTゾーン)を満たしうるペーシングレートを算出した。

図3に計算の条件を示す。AVインターバルは150msに設定されており、心房スパイクのクロストークから心室波の感知までは300ms、心室スパイクから心室波までの遅延を150msとして計算した。心房スパイクまたは心室スパイクが単独で不適切感知されている場合は、ペーシングレートがVTゾーンの150ppmを超えると頻拍として検出される。心房、心室スパイクがとも



VT zone 400ms(150ppm)
VF zone 333ms(180ppm)

図 3 頻拍検出条件を満たしうるペーシングレート

A:atrial pacing spike, V:ventricular pacing spike,
R:QRS wave

に感知される場合は、心室スパイクと次の心房スパイク間がVTゾーン400msより短いと頻拍として検出されるため、AVインターバル150msを加算した550ms、ペーシングレート109ppmを超えると検出される。心室スパイクと心室波がダブルカウントされる場合、心室スパイクから心

室波が感知されるまでは150msであり、心室波の感知から次の心室スパイクまでが400msより短いと検出されるため、550ms、ペーシングレート109ppmを超えると検出される。心房スパイクと心室波がダブルカウントされる場合、心室波の感知から次の心房スパイクまでが400msより短いと検出されるため、700ms、ペーシングレート85ppmを超えると検出される。

Episode 2では、マグネットモード動作時にこの条件を満たしたため不適切作動に至った。AVインターバルや上限レートの設定、ペーシングレートを上げての刺激閾値測定時にICDの感知電位を把握し、頻拍検出されうるペーシングレートを認知しておくことは、不適切作動を回避するために重要と考える。

ま と め

わが国では致死性不整脈を合併する心不全治療においてICDとCRTの併用を余儀なくされるのが現状である。しかし、併用は不適切感知および作動の危険がある。よって、わが国にてCRT+ICD専用機の早期承認が望まれる。