デバイスメーカーによる心室期外収縮反応の違いに関する検討—心室の機能的アンダーセンシングによる T 波上の心室ペーシング (Spike on T) を経験して—

酒井徳昭^{1,2*} 松村雅史²

今回、われわれは心室期外収縮 (premature ventricular contraction : PVC) 後の心房ペーシングが自己の R 波と重なることで生じる、心室の機能的アンダーセンシングに伴う T 波上の心室ペーシング (Spike on T) を経験した。心室イベント後心房不応期 (post ventricular atrial refractory period : PVARP) の延長は、逆行性室房伝導によるペースメーカ介在頻拍を防止することができる反面、最大追跡レートを制限してしまう。このため、PVC センシング後の PVARP を 1 回のみ延長させる機能がある。この PVC 後の PVARP 自動延長アルゴリズムは、各メーカーによる機能に大差はない。しかし、延長された PVARP 内で P 波をセンシングした後のペースメーカの反応はメーカーによって大きく異なり、その違いが今回のわれわれの経験した Spike on T の要因の一つであることがわかった。PVC 後の心房ペーシングが自己の R 波と重なることで生ずる Spike on T を回避するには、使用するデバイスの PVC 反応の違いについて十分理解した上で、プログラムを行う必要があると考えられた。

(心電図, 2015 ; 34 : 377 ~ 381)

I. はじめに

T 波上の心室ペーシング (Spike on T) は、致死性

Keywords

- 心室期外収縮
- アンダーセンシング
- Spike on T
- 心室イベント後心房不応期

1 第二岡本総合病院 臨床工学科

(〒611-0025 京都府宇治市神明石塚 54-14)

2 大阪電気通信大学大学院医療福祉工学研究科

*は責任者を示す

不整脈を誘発する恐れがあり、ペースメーカを管理する上で回避しなくてはならない。Spike on T はデュアル (二腔) チャンバーペースメーカで、長い房室間隔設定の弊害の一つと考えられる。近年、洞不全症候群や間欠的な房室ブロックでは、房室伝導を優先させて不必要なペーシングを低減するために、房室間隔を長く設定する傾向にある。また、メーカー各社も、自己の房室伝導を優先するアルゴリズムをペースメーカに積極的に搭載してきた。ペースメーカは、クロストークによる心室ペーシングの抑

Research into the Differences in Response Subsequent to PVC According to the Device Manufacturer : Experience of Spike on T Resulting from Cardiac Ventricle Functional Sensing Failure

Noriaki Sakai, Masafumi Matsumura

2013 年 5 月 30 日 原稿受領 / 2014 年 6 月 17 日 掲載承認

制を回避するための心房ペースリング後心室ブランキングに入り込んだ心室期外収縮(premature ventricular contraction : PVC)を見逃す可能性がある。長い房室間隔設定では、心室ペースリングがPVCのT波のタイミングに重なり、Spike on Tが生じる。今回、われわれはPVC後の心房ペース

リングが自己のR波と重なることで生じる、心室の機能的アンダーセンシングに伴う Spike on Tを経験したので、考察を含め報告する。

II. 患者背景

症例は、79歳男性。既往歴は糖尿病、心筋梗塞であった。洞不全症候群およびI度房室ブロックに対して、デュアルチャンバーペースメーカー(Boston Scientific社製、モデル1467)の植込み手術を行い、その後のフォローアップは当院で行っていた。ペースメーカーの設定を表1に示す。Spike on Tは、入院中の12誘導心電図記録で偶然にも発見した(図1)。ペースメーカー検査は、専門外来にて3~4ヵ月に1回、定期的に行っていたが、Spike on Tに気付くことはできなかった。

III. Spike on Tが生じた過程

今回検出されたSpike on Tを図2に示す。PVC発生後のP波が心房を興奮させ、心室へと房室結節を順行性に伝導している。そして、このP波はPVC後の心房不応期に入り込み、①デバイスがPVCを検出してから心房ペースリングを出力するまでの時間と、P波が房室結節を順行性に伝導し、心室が興奮するまでの時間が一致した、②R波と心

表1 システムの概要

ペースメーカー設定	: DDD
下限レート	: 70ppm
ペースリング後房室間隔	: 300msec
センシング後房室間隔	: 270msec
心房ペースリング後心室ブランキング	: 30msec
心 房	
設定感度: 0.75mV	波高値: 1.4mV
設定出力: 3.0V/0.4msec	閾 値: 0.7V/0.4msec
心 室	
設定感度: 2.0mV	波高値: 11.1mV
設定出力: 2.0V/0.4msec	閾 値: 0.9V/0.4msec
ペースリング率	
As-Vs 1%	Ap-Vs 85%
As-Vp 2%	Ap-Vp 12%

DDD: 心房心室順次ペースリング, As: atrial sensed event (心房センシング), Vs: ventricular sensed event (心室センシング), Ap: atrial paced event (心房ペースリング), Vp: ventricular paced event (心室ペースリング)

図1 入院中の12誘導心電図に記録されたSpike on T

図2 Spike on Tの心電図解析結果

Spike on Tの心電図解析結果をLadder diagramを付加して示す。Ladder diagramに示すように、PVC (1)後の心房不応期に入り込んだP波(2)が房室結節を順行性に伝導して、R波(3)を発生させる。PVC (1)をセンシングしたペースメーカは、下限レート 70 ppm (857 msec) - 房室間隔 (300 msec) = 557 msec後に心房ペースングを出力し、その後 30 msecの心房ペースング後心室ブランピングにより、R波(3)のアンダーセンシングを起こした。R波のアンダーセンシングの結果、心房ペースングから房室間隔 300 msec後に出力された心室ペースング(4)がSpike on Tとなった。

Ar : atrial sense in refractory period (不応期内心房センシング), US : under sensed event (アンダーセンス), PVE : premature ventricular event (心室期外イベント), LRI : lower rate interval (下限レート間隔), AVI : atrioventricular interval (房室間隔)

その他略語は、既出の図表を参照。

房ペースングが一致した結果、心房ペースング後心室ブランピング(30 msec)による、R波の機能的アンダーセンシングが発生した、③設定房室間隔が300 msecと長かった。以上、①～③の条件が同時に重なった結果、Spike on Tを引き起こしたと考えられる。

IV. 考 察

Spike on Tが致死性不整脈を誘発させることは、広く知られている。しかし、その臨床報告は少ない¹⁾。Baroldら²⁾はその著書で、Spike on TはPVCあるいはP波のアンダーセンシング後の自己R波に心房ペースングが重なった際に発生する、と

述べている。今回、われわれが経験したSpike on Tは、PVC後に生じた不応期内P波が心室へと順行伝導し、そのR波に心房ペースングが重なり、Spike on Tとなった症例と思われる。

逆行性伝導をもつ患者のペースメーカ介在頻拍(pacemaker mediated tachycardia : PMT)の防止には、患者の室房伝導時間よりも心室イベント後心房不応期(post ventricular atrial refractory period : PVARP)を長く設定することが有効だが、PVARP延長は上限レートと2 : 1ブロックレートの下落をもたらす。そのため、PVC後のみ、PVARPを自動延長させる機能がPVC反応である。PVC反応は、PMTの予防には有用であるが、強制的な心房ペー

図3 各メーカーにおけるPVC後のペースティングアルゴリズム

上記は、PVC後の心房不応期に入り込んだP波が、房室結節を順行性に伝導したと想定した心電図。PVC後の心房ペースティングのタイミングがメーカーにより異なるため、T波上心室ペースティングの可能性も異なってくる。

PVARP：post ventricular atrial refractory period（心室イベント後心房不応期），AEI：atrial escape interval（心房補充間隔＝LRI－AVI）

その他略語は、既出の図表を参照。

シングがSpike on Tの引き金となりうることをこの症例が示唆した。PVC後のP波が引き続き心室を順行性に伝導するケースは少なくないと考えられるが、PMT予防機能がSpike on Tを生じる恐れがあることを考慮する必要がある。この症例のSpike on Tは、PVC反応による心房ペースティングと、P波が房室結節を順行性に伝導し、心室が興奮するまでの時間の一致が一因である。PVC反応のPVARP

内でのP波センシングに対する各メーカーの反応の違いを比較した(図3)。

PVCの多発する症例においては、長い房室間隔設定の長所、短所を考えたうえで設定する必要がある。

V. 結 語

今回われわれが経験した Spike on T は、P 波のアンダーセンシングや心房ペースング後心室ブランピング内で生じた PVC のどちらでもなく、PVC 後に生じた不応期内 P 波と長い房室間隔設定を契機としてまねかれた Spike on T であった。また、今回経験した Spike on T は、心房ペースング後心室ブランピングを最短値(30 msec)に設定していたが、回避することができなかった。PVC 後の心房ペースングが自己の R 波と重なることで生ずる Spike

on T を回避するには、使用するデバイスの PVC 反応の違いについて十分理解した上で、プログラムを行う必要性があると考えられた。

〔文 献〕

- 1) Ren X, Hongo RH : Polymorphic ventricular tachycardia from R-on-T pacing. J Am Coll Cardiol, 2009 ; 53 : 218
- 2) Barold SS, Stroobandt RX, Sinnaeve AF (eds) : Cardiac pacemakers step by step : An illustrated guide. Wiley-Blackwell, Malden, 2007

Research into the Differences in Response Subsequent to PVC According to the Device Manufacturer : Experience of Spike on T Resulting from Cardiac Ventricle Functional Sensing Failure

Noriaki Sakai^{1,2}, Masafumi Matsumura²

¹Department of Clinical Engineering, Daini Okamoto General Hospital

²Graduate School of Bio Medical Engineering, Osaka Electro-Communication University

In this case, we experienced Spike on T resulting from cardiac ventricle functional under-sensing, which occurred when the cardiac atrial pacing overlapped its own R wave subsequent to premature ventricular contraction (PVC). While extending the post-ventricular atrial refractory period (PVARP) can prevent pacemaker-mediated tachycardia by retrograde ventriculoatrial conduction, it also restricts maximal tracking rate. For this reason, there is an optional PVC function that allows PVARP to be extended once only after PVC sensing. The algorithm for the automatic extension of PVARP after PVC does not vary significantly among equipment manufacturers. However, there is a significant difference among manufacturers regarding the pacemaker response after sensing the P wave within the extended PVARP, and this difference can be one of the causes of the ventricular Spike on T wave, which we experienced in this case. In order to avoid the Spike on T that occurs when cardiac atrium pacing overlaps its own R wave subsequent to PVC, it is thought to be necessary to fully understand the differences of the response subsequent to PVC among manufacturers, and to program the device according to its characteristics.

Keywords : Premature ventricular contraction, Under-sensing, Spike on T, Post-ventricular atrial refractory period