

JSCIEDs教育セミナー2024 Q&A (3月26日 講師:堺 美郎)

Q.
なぜ定電流と定電圧の方式は統一されないのでしょうか？それぞれのメリット、デメリットを教えてください。

A.
統一されない理由は明確にわかりません。
定電流方式では、出力電流を一定に保つためリード抵抗に合わせて電圧を変動させる必要があります、回路内の消費電力が大きくなります。植込み型ペースメーカーの電池電圧は3V程度であり、大きな電圧が必要な場合特に消費電力が増加するため、定電流方式は使用されません。一般的には体外式ペースメーカーの場合は9V電池を使用しますので、出力電圧との間に比較的余裕があり、また電池交換が容易なため、安定的な出力エネルギーを得ることを優先し定電流方式が使用されます。ただ現在は体外式ペースメーカーも定電圧方式のタイプが多くなっています。
定電圧方式は電圧が一定となるためリード抵抗値により電流値が変化します。このため定電圧方式ではリードインピーダンスが安定していることが重要になります。

Q.
バイポーラよりユニポーラの方が閾値が低くなるのはなぜですか？

A.
ユニポーラ極性はペースメーカー本体が不関電極（陽極）になるため、バイポーラ極性の陽極であるリング電極より表面積が大きくなり、リード抵抗値が低くなる傾向にあります。電極間距離はユニポーラ極性が長くなるため抵抗値は増加するのですが、電極面積の変化が大きくなるため抵抗値はユニポーラが低くなります。リード抵抗の低下により、極間の電流は増加して、先端電極の電流密度が増加することで、ペーシング閾値が低下します。但し、リード抵抗が低いからペーシング閾値が低いのではなく、電極面積に依存するため、陰極電極面積が大きくなれば、電流密度が下がるため、ペーシング閾値は逆に上昇します。ちなみにタインドリードとスクリーリードでは表面積は違いますが、スクリーリードと接触している心筋（スクリーイン箇所）が、仮想電極となり擬似的に表面積が大きくなるため、リード抵抗値に大きな相違を認めないと言われています。

JSCIEDs教育セミナー2024 Q&A (3月26日 講師:堺 美郎)

Q.

ビート・バイ・ビートとは何でしょうか？

A.

1心拍毎という意味になります。メドトロニック、マイクロポートデバイス以外は心室ペーシング1心拍毎にペーシング補足を確認しており、ロスキャプチャーした場合は心室バックアップペーシングを出力、次心拍から出力を上昇および再度心室ペーシング閾値自動測定を行います。これをビート・バイ・ビート方式と呼んでいます。

Q.

除細動後の一過性の閾値上昇はどれくらいの日数で低下していくものなのでしょうか？

A.

除細動後のペーシング閾値上昇の原因は、A Fアブレーション時に電極カテーテルにて心腔内除細動を行った場合、電極カテーテルの心内波高低下、ペーシング不全が発生する場合と同じで、除細動による心房/心室筋への影響とリード先端への焼灼効果が考えられます。回復時間に関しては時間単位のレベルが大半ですが、稀に長期間上昇する場合があります。明確な回復時間はわかりませんが、除細動後にペーシング閾値が上昇した場合は、回復するまで定期的（数日間）にチェックする方が良いと考えます。

JSCIEDs教育セミナー2024 Q&A (3月26日 講師:堺 美郎)

Q.

フォローアップで出力設定変更した時の次回までのフォロー間隔は短くされますか?またどの程度短くするのが適切なのでしょうか。

A.

RMS管理の場合は、特にフォロー間隔を変更することはありません。その代わりにRMSペーシング閾値アラート設定適切な数値に再設定します。

RMS管理でない場合は、6か月後フォローで確認を行っています。ペーシング出力自動調整機能を使用した場合も同様になります。可能であればペーシング閾値が高値、上昇した場合はRMS導入を積極的に行った方が良いと考えます。またペーシング閾値が急激に上昇した場合、リード抵抗値にも変化が認められる場合は1〜3ヶ月フォローを行った方が良いと考えます。

Q.

pacing 率を考慮し、出力マージンを調整することはありますか？

A.

はい、ペーシング率は考慮して出力マージン設定は行います。ペーシング率が低い場合、出力マージンは少なめ、ペーシング率が高い場合、出力マージンは大きめになるかと思えます。しかし、ペーシング率だけで考慮すると無駄なエネルギーを消費する場合があります。SSS症例で心房ペーシング閾値高値、心房ペーシング率が高いが、心室ペーシング閾値が良好な場合は、心房出力マージン設定は少なくして設定します。心房ペーシング出力マージンは、心室ペーシングが安全に担保されている場合は、ペーシング率に関わらず、少ない出力マージンでも問題ないかと思えます。

JSCIEDs教育セミナー2024 Q&A (3月26日 講師:堺 美郎)

Q.

ペーシング極性をunipolarに変更する時に大胸筋刺激があった場合、設定したい出力と大胸筋刺激閾値がどのくらい差があればUnipolarを設定するといったルールはありますか？それとも大胸筋刺激を認めた時点でUnipolarをは設定しないのでしょうか。

A.

ペーシング極性をユニポーラ極性にするのは、ペーシング閾値が高い場合に変更すると思いますので、出力が高めな設定の場合が多くなります。大胸筋刺激閾値と設定したいペーシング出力の差が1.0V以上であれば設定しても問題ないかと考えますが、明確な根拠はありません。心房ペーシングであれば出力マージンを少なく設定して、大胸筋刺激閾値との差を大きくするように工夫はします。心室ペーシングの場合は出力マージンを優先するため、大胸筋刺激閾値が低い場合は断念する場合があります。大胸筋刺激を認めたからユニポーラ極性をあきらめるのではなく、多角的に考慮して使用を検討しましょう。また患者にも説明を行い、大胸筋刺激を認めた場合は、受診するように指導してください。

Q.

症例1で最終出力を2.8じゃなくて3.2にしたのはなぜですか？

A.

ご指摘の通り、理論的、当院ルールでは2.8Vで問題ないと思います。

しかし、チェック時に2.4V設定にて心電図にてペーシング不全が確認され、RMSアラート発生時はパルス0.4ms/2.1Vであった閾値が、マニュアルチェック時にパルス0.4ms/2.6Vと上昇していたことより、少し安全マージンを取りたいと考え、3.2V設定とさせて頂きました。

JSCIEDs教育セミナー2024 Q&A (3月26日 講師:堺 美郎)

Q.

先日、ICDを植え込んでいる患者に対してECMOを回した後閾値チェックを行うとレートをあげると、閾値は低下しレートを下げると閾値が上昇するという状況がありました。このような経験はございますか？またこの原因は電解質異常によるものでしょうか？

A.

これは心室ペーシング閾値の現象でしょうか？心室ペーシング閾値の場合と推測して回答いたします。大変稀な現象ですが、私自身も経験したことがあります。このような現象は周期依存性ブロックであり、これは頻脈性、徐脈性に分類され、Phase3 block、Phase4 blockと呼ばれています。質問された症例のようにレート低下に伴い、ペーシング閾値が上昇する場合はPhase4 blockと考えます。Purkinje細胞の静止膜電位は -90mV 以上で脱分極速度は $500\text{V}/\text{sec}$ 位だが、静止膜電位が -70mV 程度まで減少すると、脱分極速度は $250\text{V}/\text{sec}$ 以下まで低下します。Phase4 blockは、虚血による心筋細胞の代謝異常にて、静止膜電位が減少、徐脈のため活動電位第4相脱分極が顕著となり、膜電位の浅い部位から興奮することで伝導の遅延が生じると考えられています。Phase3 blockは、Purkinje細胞へ早期に興奮が発生した場合、先行する再分極終末、第3相になるため、膜電位が浅い部位から脱分極するため、前述より、脱分極の遅延やブロックが生じると考えられています。

(右図)

症例の背景が分かりませんが、ECMO導入されていますので、発生原因としては心虚血増大、心筋症の増悪などが考えられます。

