

JSCIEds教育セミナー2025 Q&A (5月13日 講師:竹中 祐樹)

Q1.お示しされたSonRだとVVディレイがRに振れていることが多いのですが、今までの概念だとLV先行がいいのかと思っていましたが、そうでもないのでしょうか？メーカーもRV先行が多いとお聞きしました。左脚ブロックでRV先行というのがどうにも理解できず、もしわかれば教えてください。

A1.まずスライドでお示ししたMicroPortのSonRデータですが、当院では使用経験が無いことからメーカーよりご提供いただいたサンプルデータであることを予めご了承ください。MicroPortを除くメーカーのペーシングタイミング最適化アルゴリズム（最新機種）から考えると、RV先行になることはありません。しかし、SonR CRT optimisationではアルゴリズム上RV先行になる可能性があることから（VV delay検証プロセス）、RV先行に自動調整される可能性はあります。また、電氣的伝導障害・同期不全を基準としたアルゴリズム（MicroPort以外）とSonRシグナルによる左室収縮力を基準としたアルゴリズム（MicroPort）は全く異なる理論に基づく最適化ですので、血行動態的に**RV先行の方が効果的である左脚ブロック症例が潜んでいる可能性を考慮する必要があります**と考えます。

Q2.完全房室ブロック（CAVB）でBiVする場合、手動でAV delayやVV delayを調整してもQRS幅に変化はないのでしょうか。

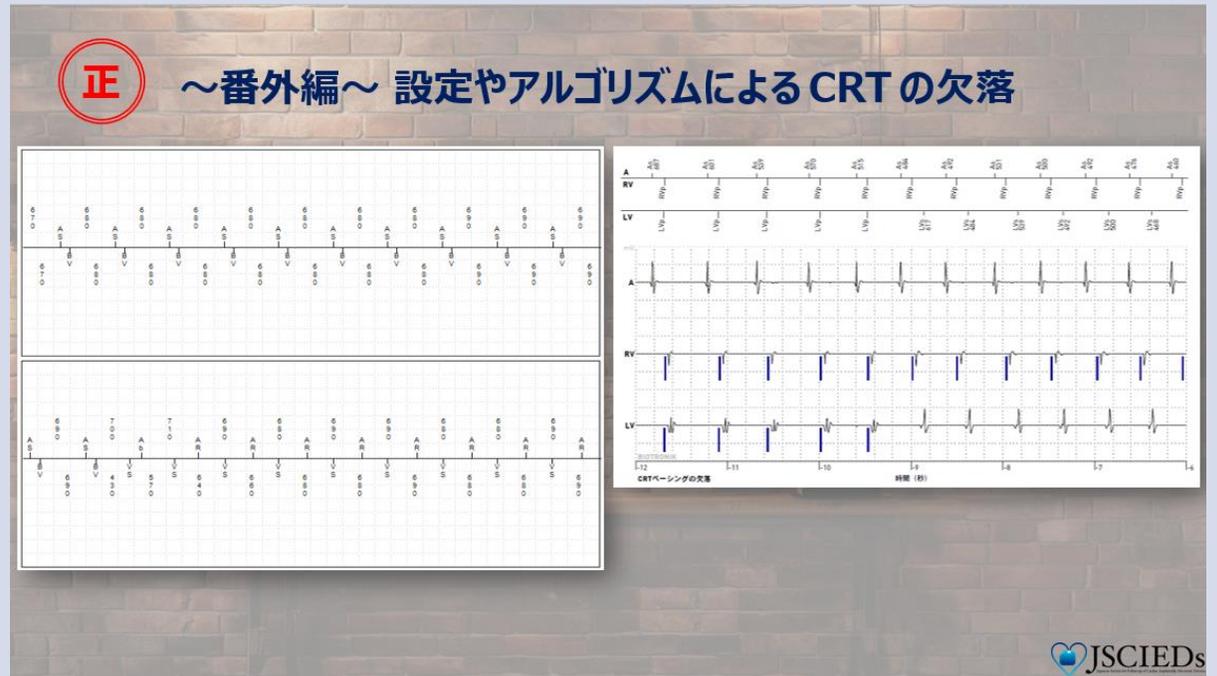
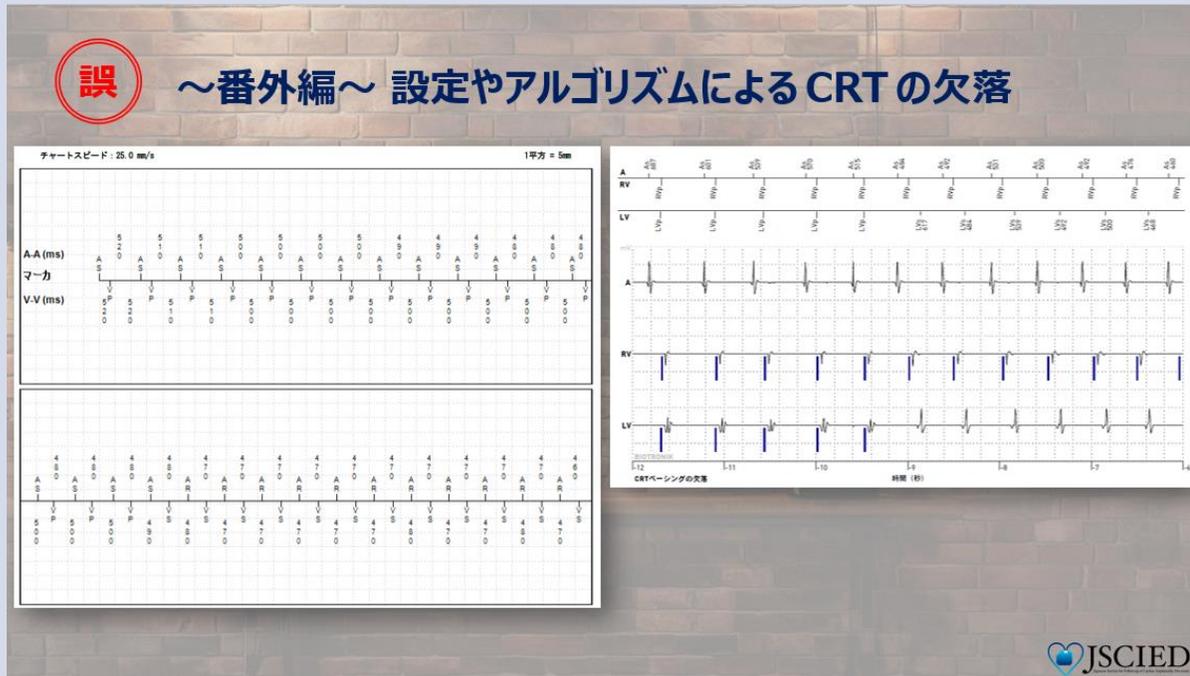
A2.CAVBに対するCRTにおいて、心室ペーシングは設定されたAV delayに従いBiVペーシングになることが予測されます。AV delayの調整は、心房イベント後に行われるBiVペーシングのタイミングを決定するものであり、CAVB症例においてQRS幅に影響を与えるパラメータとはならないと考えられます。私の知る限り、CAVBに対するCRTにおいて、AV delayでQRS幅が変化するという現象は確認されません。しかし、**右脚伝導に障害を認めない場合はAV delayによってQRS幅に変化が現れる可能性**があります。また、AV delayは心拍出量や肺動脈楔入圧、僧帽弁逆流などに関わるため、AV delayのoptimizationはCRTにとって重要であると言えます。

VV delayは心室ペーシングのタイミングを決定するものであり、トータルの心室収縮時間を左右するパラメータとなります。そのため、**CAVBに対するCRTにおいても、VV delayによってQRS幅に変化を認めます**。通常は伝導障害を来たしているチャンバー（左脚ブロックだとLV）の電氣的遅延分だけ先行してペーシングが入るように設定します。LV latencyの例では実際の電氣的遅延分だけの補正では同期不全は解消されませんので、このような場合はLVオフセットを長く設定する必要があります。

JSCIEDs教育セミナー2025 Q&A (5月13日 講師:竹中 祐樹)

Q3.最後の方のスライドの設定由来のCRTの欠落の原因について教えていただきたいです。

A3-1.今回の講義で提示したCRT欠落エピソードEGMですが、Medtronicのケースが不適切でありました。お詫びして訂正いたします。大変申し訳ありませんでした。本来提示すべきEGMに変更した上で解説させていただきます（次のスライド）。

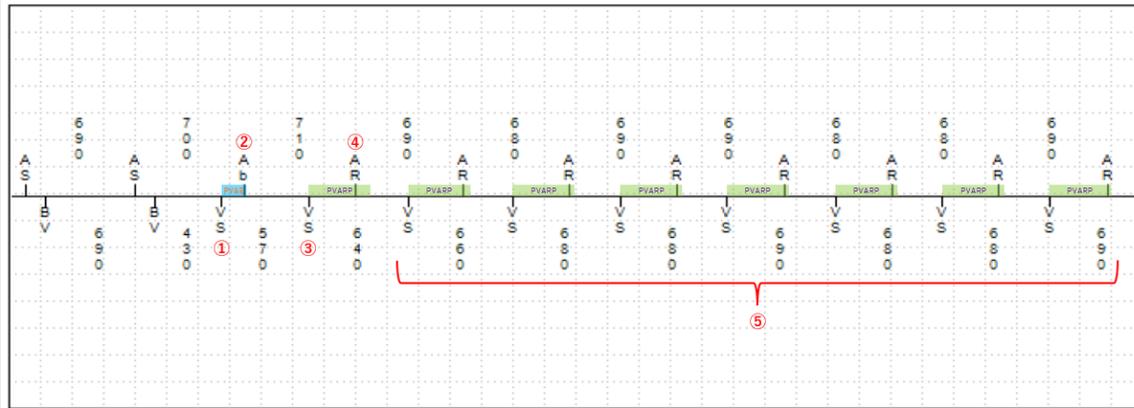
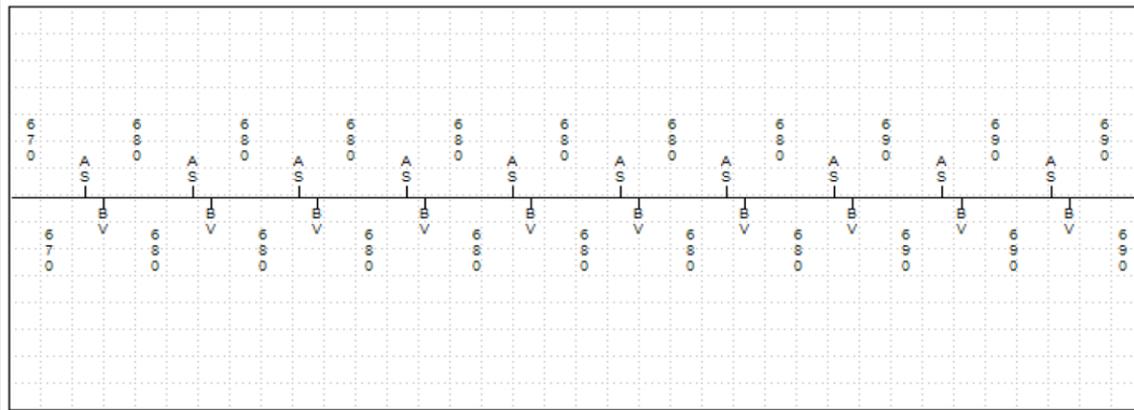


JSCIEds教育セミナー2025 Q&A (5月13日 講師:竹中 祐樹)

A3-2.

【Case-Medtronic】

DDD 60/130bpm、P-AV:150ms、S-AV:130ms、PVAB:150ms(Partial)、PVARP:Auto(min 250ms)、V sense response:On(max 120bpm)



- ① PVCが発生。
- ② PVAB内に心房イベントが発生。
- ③ 自己伝導による心室イベントが発生。AVインターバルが開始されていないため、心室センスレスポンスによるペーシングは行われない。
- ④ 自動調整されたPVARP内に心房イベントが発生。
- ⑤ ③と④のループが発生。

【パラメータ対策】

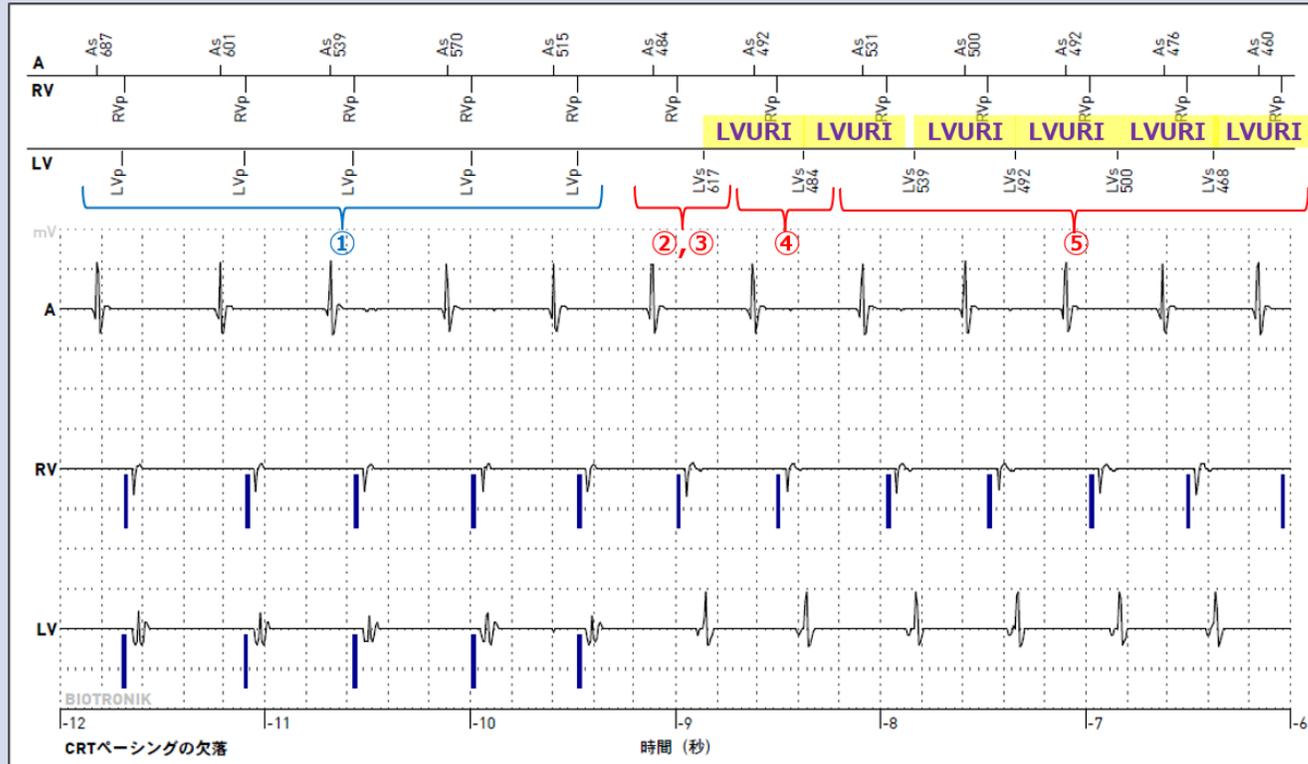
- ・ 室房伝導の有無を確認のうえ、PVARPをAutoから同期可能な固定値に変更。

JSCIEds教育セミナー2025 Q&A (5月13日 講師:竹中 祐樹)

A3-3.

【Case-BIOTRONIK】

DDD 60/130bpm、P-AV:150-120ms、S-AV:130-100ms、CRT心室トリガ様式:RVs+PVC、左心室刺激防止機能:ON、最大トリガレート:120bpm



- ① 心房レート 87~117bpm (CL 687~515ms)に対しBiVにてCRTが行われる。
- ② 最大トリガレート (120bpm=500ms) により484msの心房イベントに対するLVペーシングが抑制される。
- ③ LVsの出現により左心室刺激防止機能が働き、最大トリガレートインターバル:LVURI (120bpm=500ms) がスタートする。
- ④ 次に予定される心室ペーシングのタイミングがLVURI内であるため、LVペーシングが抑制される。
- ⑤ ③と④のループが発生。

【パラメータ対策】

- ・最大トリガレートと最大追従レートを同じレートに変更する。
- ・左室刺激防止機能の必要性を評価のうえ、OFFにすることを検討する。

JSCIEDs教育セミナー2025 Q&A (5月13日 講師:竹中 祐樹)

Q4. BiVペーシングとCRTペーシングの違いがよくわからないのですが、ご教示いただけますでしょうか。

A4. 過去にはBiVペーシングとCRTペーシングは同様のものとして扱われてきましたが、最近ではBiVペーシングやLV単独ペーシング、更には早期右室収縮（自己伝導，期外収縮）に対するトリガーペーシングなどにより、現在では分けて考えられるようになりました。BiVペーシングは右室と左室の両方（Bi=双方向）を同時にペーシングするのに対し、CRTペーシングは電氣的・機械的同期不全の生じた右室と左室を同期させるためのペーシング（CRT；Cardiac Resynchronization Therapy）で、BiVペーシングと右室収縮に対するLV単独ペーシングが含まれます。注意すべきは、早期右室収縮に対するLV単独ペーシング（トリガーペーシング）を有効なCRTペーシング（率）として扱うかはメーカーにより異なるという点です。そのためCRTペーシング率を評価する際は、**トリガーペーシングがCRTペーシング率に含まれるのかという点を考慮**する必要があります。

Q5. BiVとLV単独のペーシングはどちらのペーシングが良いとかはあるのでしょうか？オートでBiVまたはLVのペーシングをするような仕様の場合は、何をもってしてどちらがよいか評価すればよいのでしょうか。

A5. CRT患者の多くは左脚ブロックがありますが、**右脚伝導が正常かそれに近い状態**であると仮定した場合、右室ペーシングの必要性は低いと言えます。**BiVとLV単独については同等の有効性**が示されており、一部ではLV単独ペーシングの方が臨床経過が良好であるという報告もされています。**LV単独ペーシングではBiVペーシングに比べてバッテリー消費を大きく抑える**ことが可能であるという点が最大のメリットとなります。では、**右脚伝導にも障害がある場合**はどうでしょうか？この場合、LV単独ペーシングは右室収縮の遅れによる同期不全を発生させてしまう可能性があるため、BiVペーシングが生理的であると言えます。左脚ブロックにI度房室ブロック以上を認める場合はペーシングタイミング最適化アルゴリズム（AV delay, VV delay, BiV or LV）が特に有効となります（次のスライド、図1 講義スライドより）。これにより右脚伝導が正常な場合はLV単独ペーシング、右脚伝導障害が発生した場合はBiVペーシングとなり、最適なCRTペーシングが維持されます。従って、BiVペーシングとLV単独ペーシングの有用性は同等ではありますが、**右脚伝導機能に応じてBiVペーシングとLV単独ペーシングのどちらが最適であるかを判断**することが重要となります。

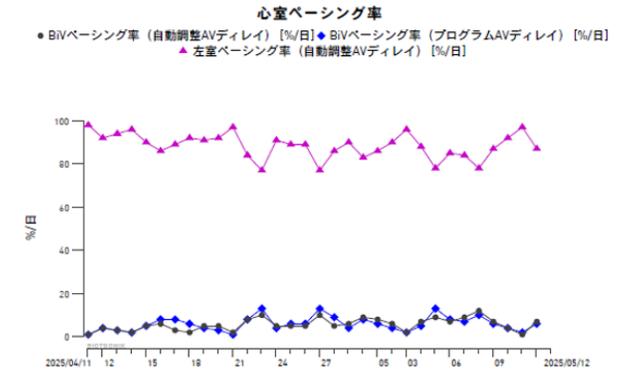
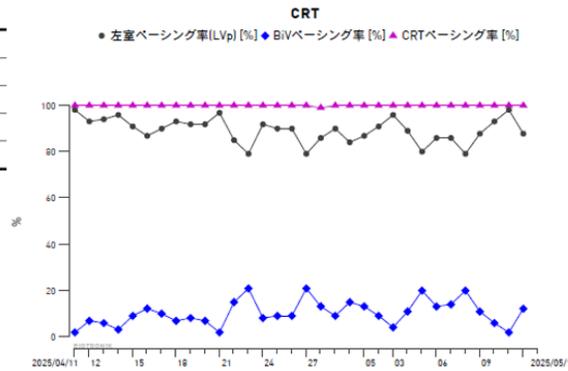
JSCIEds教育セミナー2025 Q&A (5月13日 講師:竹中 祐樹)

A5. 図1

CRT オートアダプト

BIVペースング率 (自動調整AVディレイ) [%/日]	7
BIVペースング率 (プログラムAVディレイ) [%/日]	6
左室ペースング率 (自動調整AVディレイ) [%/日]	87
ペースング後自動調整AVディレイ [ms]	139
センシング後自動調整AVディレイ [ms]	139

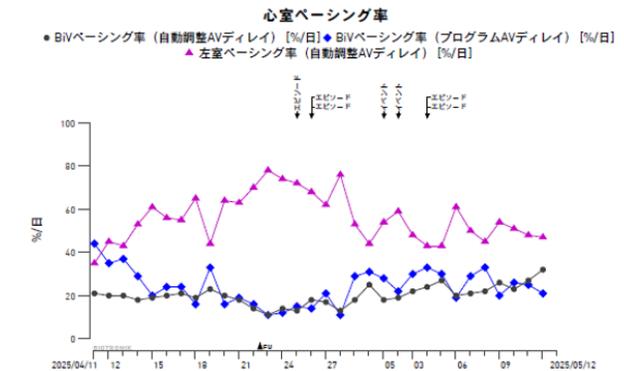
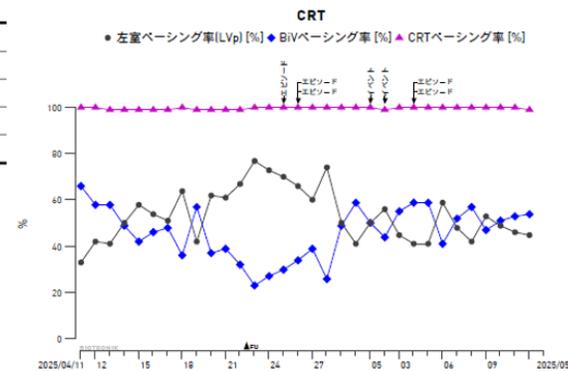
[A]



CRT オートアダプト

BIVペースング率 (自動調整AVディレイ) [%/日]	32
BIVペースング率 (プログラムAVディレイ) [%/日]	21
左室ペースング率 (自動調整AVディレイ) [%/日]	47
ペースング後自動調整AVディレイ [ms]	160
センシング後自動調整AVディレイ [ms]	121

[B]



[A] : 右脚伝導機能はほぼ正常状態であり、多くは自己伝導による右室収縮に合わせてLV単独ペースングでCRTが行われている。
 [B] : 間歇的な右脚伝導障害に対し、BiVペースングとLV単独ペースングが切り替わることでCRTが行われている。

JSCIEDs教育セミナー2025 Q&A (5月13日 講師:竹中 祐樹)

Q6.CRTでペーシング率が低い場合はどうすればよいのでしょうか

A6.まずは**CRTペーシング率が低い要因を特定すること**が重要です。90%未満のBiVペーシングはNon-responderの要因として知られていますが、これに関する根本的な要因は**不適切なペーシングタイミング (AV delay, VV delay) や上室性・心室性不整脈**です。過度に長いAV delayでは自己伝導による右室収縮に対し効果的な心室間同期が得られなくなりますので、そのような場合にはAV delayやVV delayの調整、もしくはペーシングタイミング最適化アルゴリズムの導入を検討されると良いでしょう。また、早いAF伝導による心室センシングイベントの増加に対しては、薬物療法やAT/AFに対するカテーテルアブレーション（または房室結節アブレーション）を検討する必要があります。AT/AFの発生や持続を予防するデバイス機能を導入することも効果的かと思えます。心室性不整脈に対しても同様のマネジメントが必要であると言えます。また、**デバイスパラメータ設定によるCRTペーシング率の低下**も念頭に置く必要があります（Q3回答参照）。上限トラッキングレートや不応期、その他にも関係するパラメータやアルゴリズムが多く存在しますので、それらが関与していないかを心電図や心内EGM・エピソードEGMなどから検証することも重要です。

Q7.完全房室ブロック (CAVB) でBiVする場合、手動でAV delayやVV delayを調整してもQRS幅に変化はないのでしょうか。

A7.CAVBに対するCRTにおいて、心室ペーシングは設定されたAV delayに従いBiVペーシングになることが予測されます。AV delayの調整は、心房イベント後に行われるBiVペーシングのタイミングを決定するものであり、CAVB症例においてQRS幅に影響を与えるパラメータとはならないと考えられます。私の知る限り、CAVBに対するCRTにおいて、AV delayでQRS幅が変化するという現象は確認されません。しかし、**右脚伝導に障害を認めない場合はAV delayによってQRS幅に変化が現れる可能性**があります。また、AV delayは心拍出量や肺動脈楔入圧、僧帽弁逆流などに関わるため、AV delayのoptimizationはCRTにとって重要であると言えます。

VV delayは心室ペーシングのタイミングを決定するものであり、トータルの心室収縮時間を左右するパラメータとなります。そのため、**CAVBに対するCRTにおいても、VV delayによってQRS幅に変化を認めます**。通常は伝導障害を来しているチャンバー（左脚ブロックだとLV）の電氣的遅延分だけ先行してペーシングが入るように設定します。LV latencyの例では実際の電氣的遅延分だけの補正では同期不全は解消されませんので、このような場合はLVオフセットを長く設定する必要があります。

JSCIEDs教育セミナー2025 Q&A (5月13日 講師:竹中 祐樹)

Q8. CRTのoptimizationを行なう際にECGを用いてFOIを行なうことが多いと思います。その中で自動AV調整機能を使うよりも、固定値の方がnarrowingするケースがしばしば見られると思います。その場合、固定値を優先しますか？それとも心拍変動も考えて自動AV調整機能を使用されますか？ VVディレイの変更はどのようなタイミングで行うべきでしょうか？また心エコーによる調整は現在はあまり有効ではなさそうですが、やらなくても良いものでしょうか？。

A8. CRT optimizationにおいて最も簡便な方法は12誘導心電図であると言えます。確かにペーシングタイミング最適化アルゴリズムより**マニュアル設定の方がQRSの狭小化が得られるケースが存在**します。当院では植え込み時にCRT設定変更によるLV dP/dt (左室圧上昇速度) を測定することがありますが (CRT study)、必ずしもQRS幅と一致するものではありません。かと言って、経胸壁心エコー (TTE) によるoptimizationがベストかと言われるとそうではなく、心電図との乖離や複数のエコー指標から総合的に判断する必要があるという問題が存在します。人的・時間的問題も障壁となります。CRT optimizationにおけるペーシングタイミング最適化アルゴリズムは、TTE optimizationと同等かそれ以上の成績が得られると報告されています。そのため当院ではペーシングタイミング最適化アルゴリズムが登場してから**TTE optimizationは殆ど実施していません** (TTEはresponder評価のため植え込み後6ヵ月、その後1年ごとに実施)。以上のことから、当院ではペーシングタイミング最適化アルゴリズムにCRT optimizationを委ねることが殆どになります。当然、**心拍数による房室伝導の変動を考慮**すると、継続的なCRT optimizationが行われることは大きなメリットであると考えられます。しかし、**ペーシングタイミング最適化アルゴリズムでも注意しなければならない点**があります。それが**LV latency**です。ペーシングタイミング最適化アルゴリズムは、右心房-右心室、右心房-左心室の電氣的伝導時間からAV delayとVV delayを決定します。しかし、LVペーシングスパイクから左室収縮開始までに時間的な**遅れ (LV latency) が存在しても、その遅れが補正 (VV delayが変更) されることはありません**。LV latencyの存在はMedtronic社製CRTでは注意喚起が行われますが、他メーカーに同様の機能はないため、12誘導心電図の経時的変化に注意する必要があります。心電図にLV latencyを疑う所見が認められた場合は、LVペーシングパラメーターの測定や調整、latencyに合わせたVV delayのマニュアル設定を行う必要があります。