

ECGのアセスメント中級編

ペースメーカーの基礎知識



公益財団法人心臓血管研究所付属病院

ICU

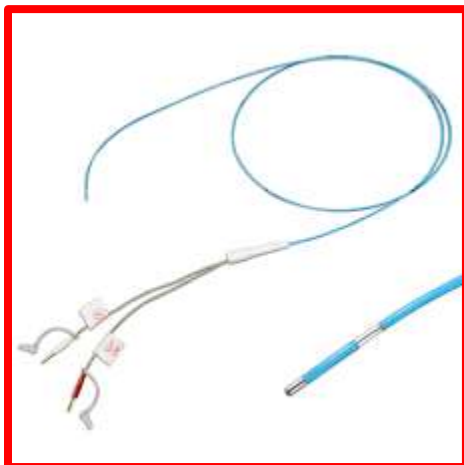
佐藤 麻美

講義内容

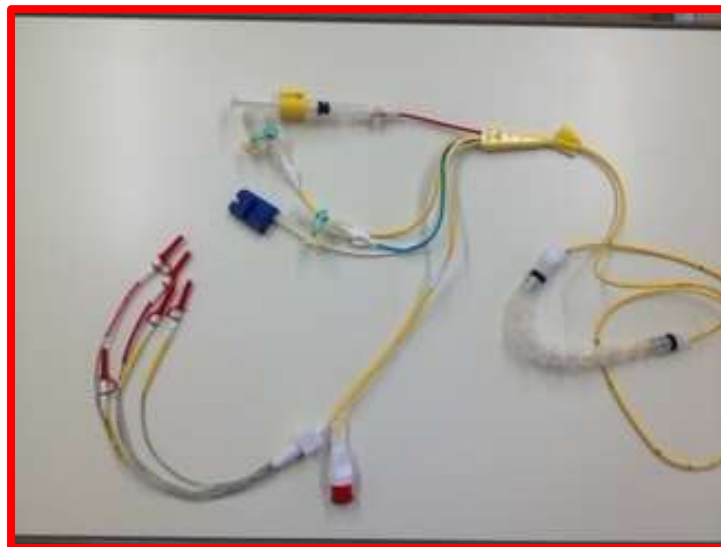
- ペースメーカーの適応
- ペースメーカーの主な設定
- ペーシングを受ける患者の看護
- ペースメーカー植え込み患者に対する検査/処置実施時の留意点

ペースメーカーの適応

ペースメーカーの種類



一時ペーシング用リード



ペーシングリード付き
スワンガンツカテーテル



恒久的ペースメーカー
ジェネレーター



体外式ペーシング
ジェネレーター



経皮ペーシング機能付き
除細動器



リードレスペースメーカー

ペースメーカーの適応：一時的ペースメーカー

種 類	適 応
経静脈 ペーシング	<ul style="list-style-type: none">● 刺激伝導系障害による高度徐脈や心停止で、めまい、失神などの自覚症状がある<ul style="list-style-type: none">・ II度またはIII度房室ブロック/高度房室ブロック・ 2枝または3枝脚ブロック● 心疾患や自覚症状の有無にかかわらず、高度徐脈や心室停止により循環動態が不安定な状態<ul style="list-style-type: none">・ 薬物中毒・ 強い迷走神経反射など
心外膜 ペーシング	<ul style="list-style-type: none">● 開心手術における術後急性期管理<ul style="list-style-type: none">・ 術後急性期における心拍出量低下・ 房室ブロックや洞機能不全など手術操作に伴う伝導障害
経皮 ペーシング	<ul style="list-style-type: none">● 高度徐脈や心室停止により循環動態が著しく不安定なものに対する経静脈ペーシング導入までの緊急処置● 強い迷走神経反射が原因と考えられる心停止に対する心肺蘇生処置

ペースメーカーの適応：恒久的ペースメーカー

種 類	適 応
一般的な 植え込み型 ペースメーカー	<ul style="list-style-type: none">● めまいや失神発作などの症状を伴うⅡ度またはⅢ度房室ブロック/ 高度房室ブロック● めまいや失神発作などの症状を伴う洞不全症候群● 自覚症状はないが、持続または反復する高度の徐脈● 投与を中止することのできない薬剤に起因する高度の徐脈● 手術後やカテーテルアブレーション治療後などに出現した 不可逆的な高度の徐脈
	<ul style="list-style-type: none">● 上記と同様● ペーシングリードを経静脈的に留置することができない理由がある<ul style="list-style-type: none">・ 三尖弁人工弁置換術後・ 血管閉塞など経静脈的に心腔内にペーシングリードを挿入することが困難である・ 植え込み術後に身体の成長や心臓の拡大などにより、リードの位置がずれるなどの不具合が生じる可能性がある

※詳細は日本循環器学会ホームページよりガイドラインを参照のこと

ペースメーカーの主要な設定

セットレート (set rate)

- ペースメーカーで最低限保証される 1 分間当たりの心拍数
- 自己の心拍数がセットレートを下回る場合、ペースメーカーが刺激を出し補足する
- 植え込み型ペースメーカーでは、
上限 (upper rate) と下限 (lower rate) の設定ができるものもある



感度 (sensitivity)

- 心筋細胞の脱分極により発生した刺激の大きさを感ずる度合い
- 単位：mV (ミリボルト)
- 心筋で電気刺激が発生するとペーシングリードの電極間で生じる電位差を自己脈として感知
- 設定の数値が小さいほど感度は高くなる

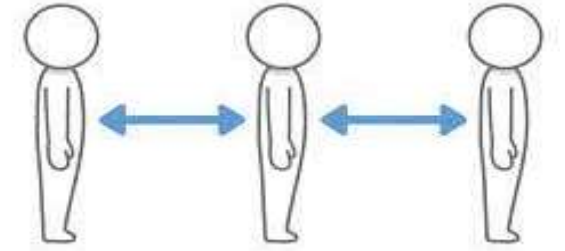


出力 (output)

- ペースメーカーが出す電気刺激の大きさ
- 単位：V (ボルト)
- ペースメーカー本体 (ジェネレーター) から出される電気刺激はペーシングリードの先端から心筋を刺激
- 設定数値が大きいほど出力は大きくなる



A-Vディレイ



- 心房でペーシングまたはセンシングが行われてから心室ペーシングが行われるまでの間隔
- PQ間隔に相当
- 心房・心室の双方のペーシングが設定されている場合のみ設定できる
- A-Vディレイを長めに設定することで自己の刺激伝導による心室収縮を温存または優先することができる

NBGコード (The NASPE/BPEG generic pacemaker code)

第1文字 ペーシング部位	第2文字 センシング部位	第3文字 センシング時動作	第4文字 レート応答機能
O : None なし	O : None なし	O : None なし	O : None なし
A : Atrium 心房	A : Atrium 心房	T : Triggered 同期	R : Rate Modulation 変調
V : Ventricle 心室	V : Ventricle 心室	I : Inhibited 抑制	
D : Dual 心房 + 心室	D : Dual 心房 + 心室	D : Dual 同期 + 抑制	

よく用いられるペーシングモードと作動様式

モード	ペーシング 部位	センシング 部位	センシング 時の動作	心電図波形		
VVI	心室	心室	抑制			
AAI	心房	心房	抑制			
DDD	心房 + 心室	心房 + 心室	同期 + 抑制			


ペーシングを受ける患者の看護

主な合併症とペーシング中の観察ポイント

経皮ペーシング導入時の介助/観察

① 電極（使い捨てパッド）装着

② 設定：

デマンド  VVI：自己脈を感知した時はペーシング抑制

フィクス  VOO：自己脈の有無にかかわらずペーシング

③ 鎮痛・鎮静

痛みを伴うため、必要に応じて鎮痛・鎮静を行う

④ バイタルサインとモニター心電図の観察

ペーシングにより循環は改善したか

ペーシングは有効に行えているか

鎮痛・鎮静による呼吸抑制はないか

⑤ 皮膚の状態の観察

熱傷や皮膚トラブルの可能性：長時間の使用禁

⑥ 緊急処置の準備と対応

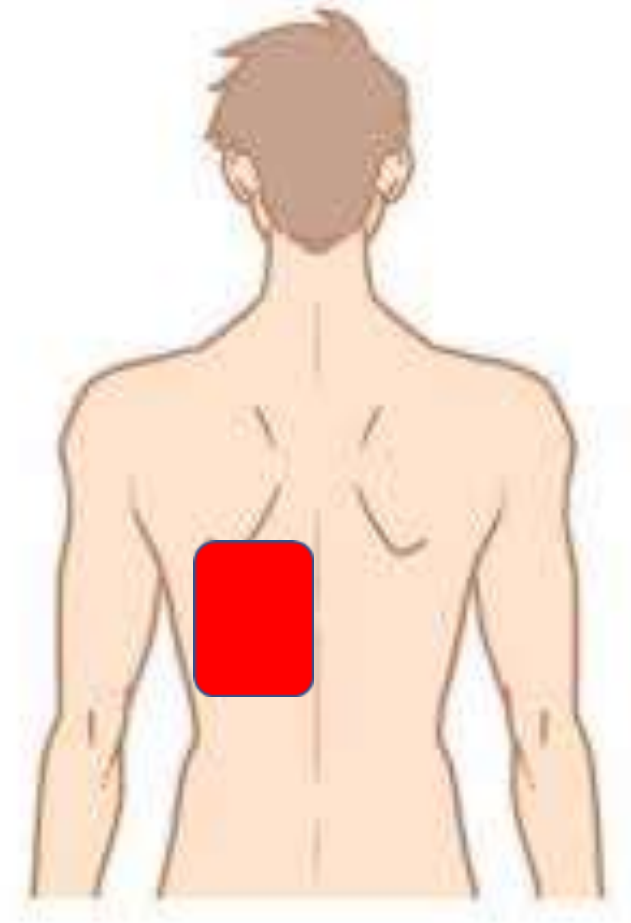
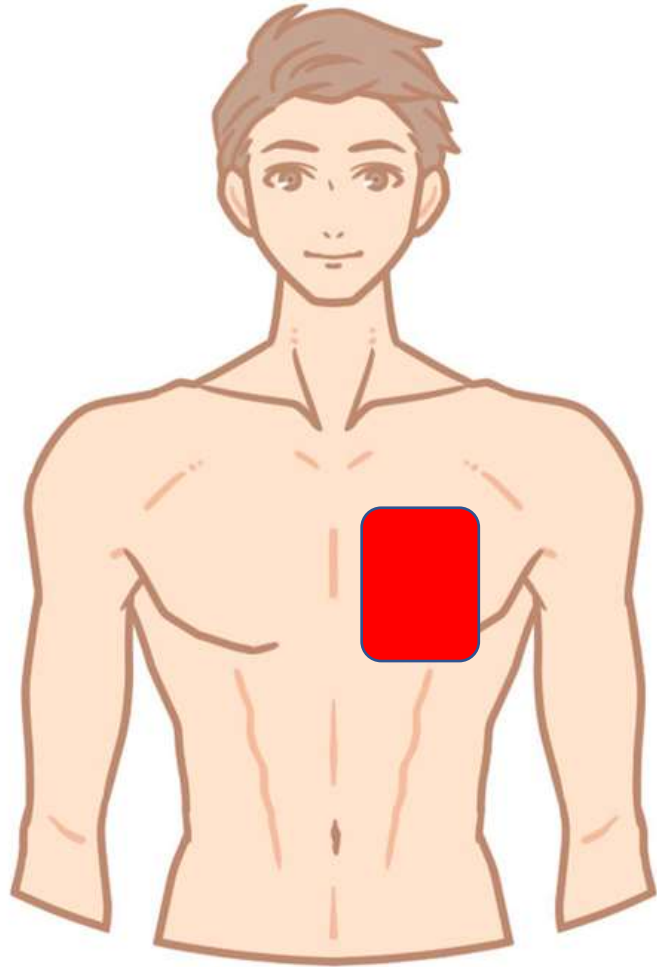
短時間で改善が見られない場合は経静脈ペーシング導入の準備を行う



経皮ペーシング時のパッド装着位置

前面：胸骨左縁

背面：左肩甲骨下



経静脈ペーシングによる合併症

ペーシングリード挿入時

- 動脈穿刺
- 血管損傷
- 出血/血腫
- 気胸
- 心室性不整脈：PVC、VT、VF
- 心室穿孔/心タンポナーデ

ペーシング中

- リード脱落/位置異常
- ペーシング不全：pacing failure
- センシング不全：sensing failure
 - オーバーセンシング
 - アンダーセンシング
- 心外筋攣縮：twitching
- 感染

ペーシングの合併症：① リード脱落/位置異常

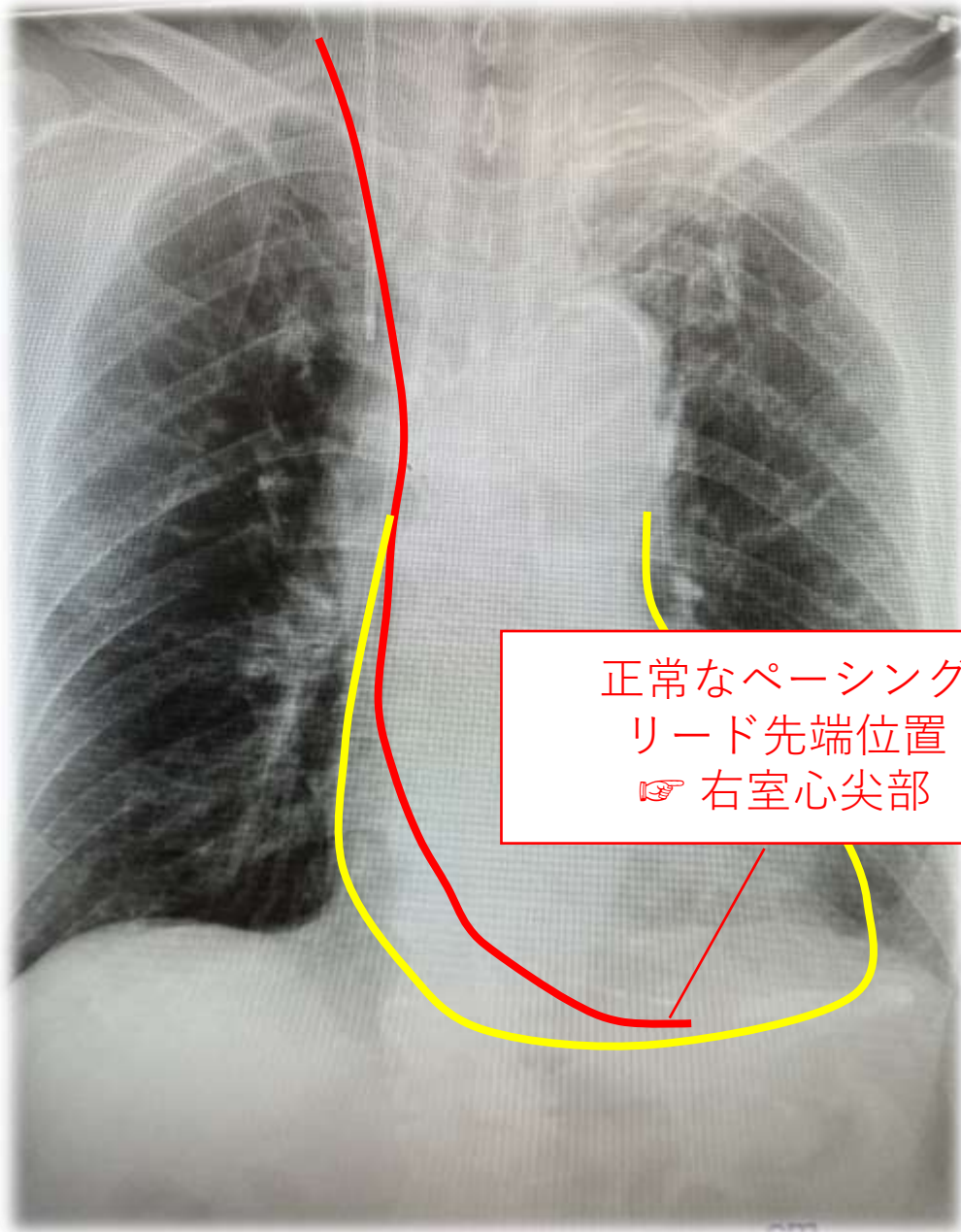
バルーンが膨らみ先端がずれることを予防するため、バルーン用シリンジがロックされていることを確認



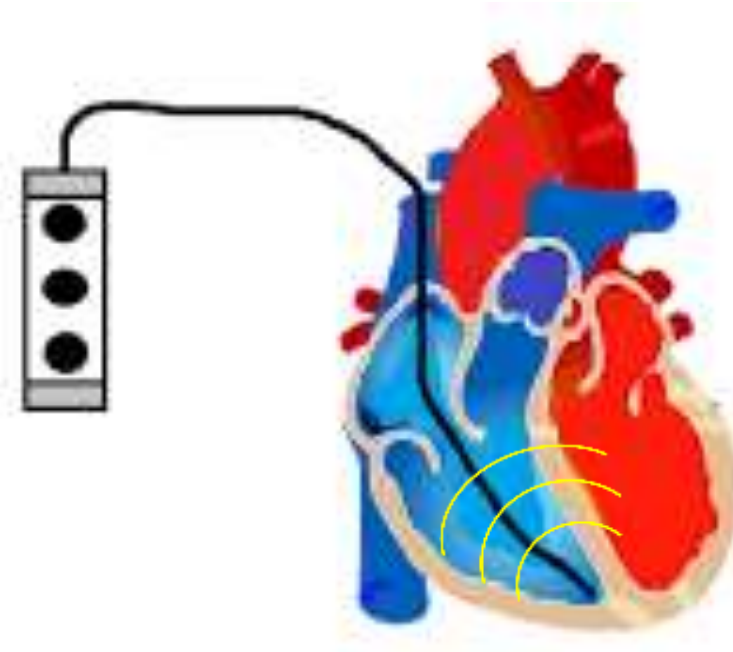
留置する際は、先端のバルーンを膨らませ血流に乗せてカテーテルを進める
このため、適切な位置に留置されたら先端がずれないようにバルーンを萎めておく

- 一時的ペーシングの場合はリード先端バルーンの確認
 - ☞ バルーンはデフレート
バルーン用シリンジロック
- 内頸静脈/鎖骨下静脈穿刺
 - ☞ 挿入側上肢は90度以上挙上しない
- 挿入長さを確認し、ループを作ってしっかり固定

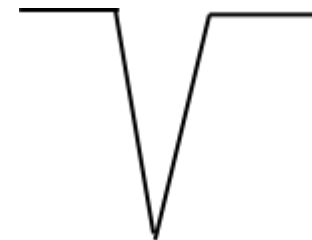
一時的ペーシング：リード正常位置



正常なペーシング
リード先端位置
☞ 右室心尖部



I 誘導
近づいてくる刺激
上向きQRS



III 誘導
遠ざかる刺激
下向きQRS

心電図は
左軸偏位になること
が多いよ



ペーシング波形：モニター波形の一例

ペーシングのスパイク波



ペーシング刺激による心室の電氣的興奮



ペーシングの合併症：②ペーシング不全/センシング不全

ペーシング不全 (pacing failure)

ペーシングの**出力**が足りない



ペーシングの刺激は出しても
出力不足で脈が出ない

センシング不全 (sensing failure)

正しく**感知**していない

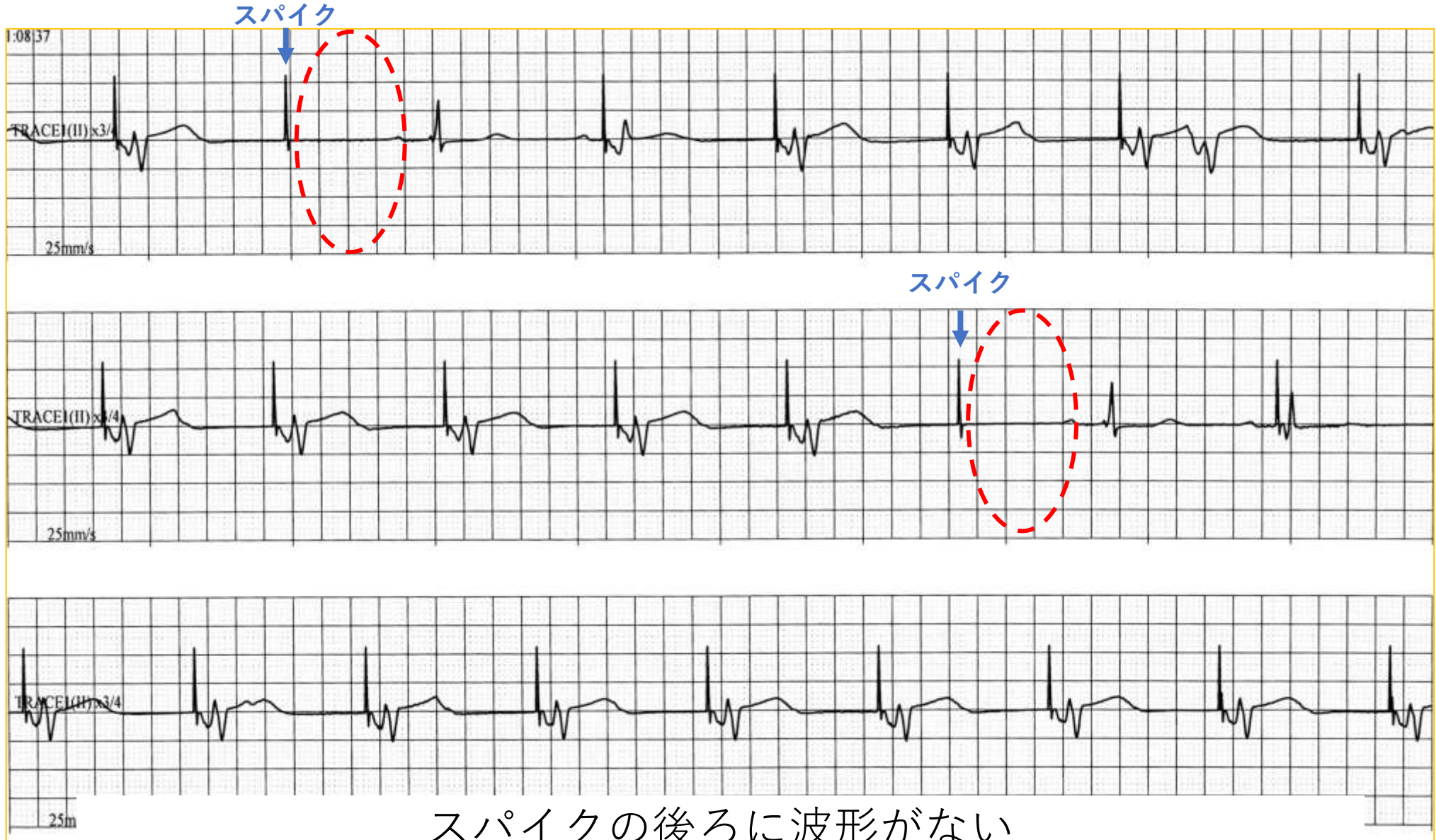


自己脈が出ても
ペーシングを休まない
(アンダーセンシング)

あるいは

自己脈ではないノイズに反応
ペーシングが出ない
(オーバーセンシング)

ペーシングフェラー



スパイクの後ろに波形がない

👉 ペーシング出力不足で心筋へ十分な刺激が送れていない

ペーシングフェラーの問題点

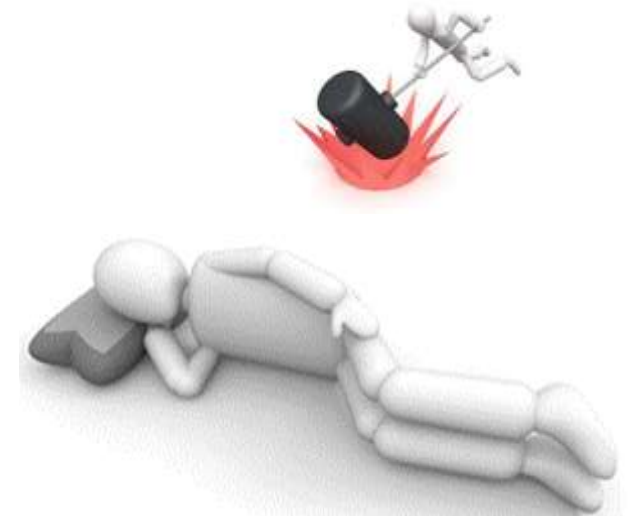
ペーシング出力の不足で十分な刺激が送られない



心筋の収縮が起きない



徐脈による循環不全



ペーシングエラーへの対応

ペーシングエラー = **出力不足**



出力を上げる = Outputの**数値を大きく**する

センシングフェラー：アンダーセンス



自己脈が出ているのを無視してスパイク波が出ている

👉 自己脈を感知（センス）できていないためペーシングしようとしている

センシングフェラーの問題点

アンダーセンシング

自己脈が出ているのに
刺激が出される



自己脈のT波と重なると・・・



スパイク on T



VT/VFの原因となる

オーバーセンシング

自己脈が出ていると勘違いして
刺激が送られない



心筋の収縮が起きない



徐脈による循環不全

センシングフェラーへの対応

アンダーセンシング

感度が鈍く
自己脈を感知できていない

感度を上げる
(感度を鋭くする)

Sensitivityの**数値を小さく**する

オーバーセンシング

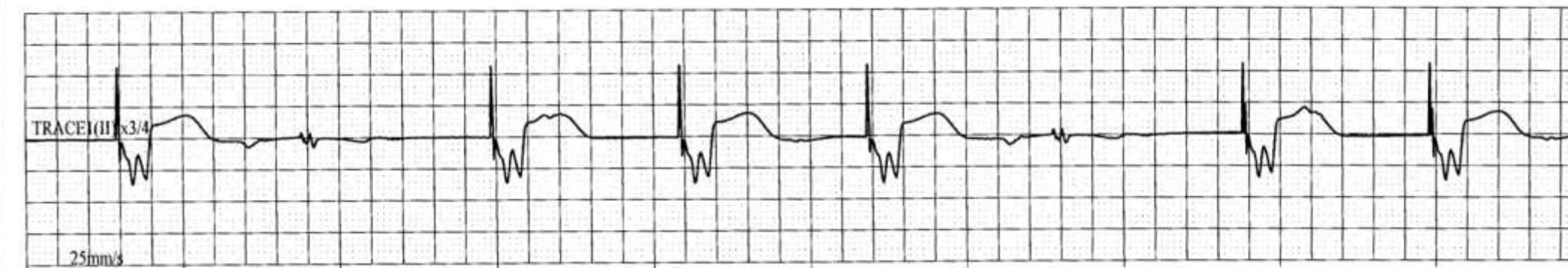
余計な刺激を感知してしまう

感度を下げる
(感度を鈍くする)

Sensitivityの**数値を大きく**する

この波形なに？

こんな波形が出たらどうする？



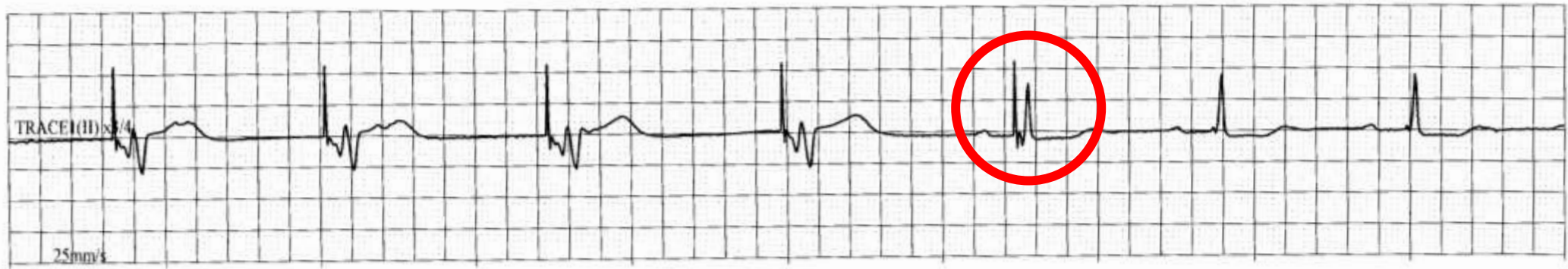
融合収縮：Fusion beat

ペーシング波と自己脈が重なっている 👉 タイミングによっては心拍出が低下する

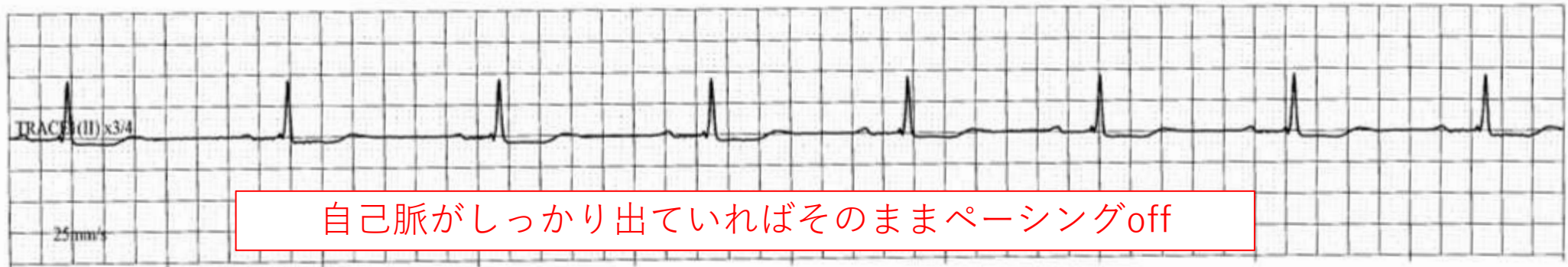


- ① 自己心拍がどれだけ出ているかを確認
- ② 自己心拍が十分に出ているようであれば、ペーシングはoff
あるいは、セットレートを下げて自己脈有意としバックアップ設定
- ③ 自己心拍が不十分（徐脈）であれば、セットレートを調整する

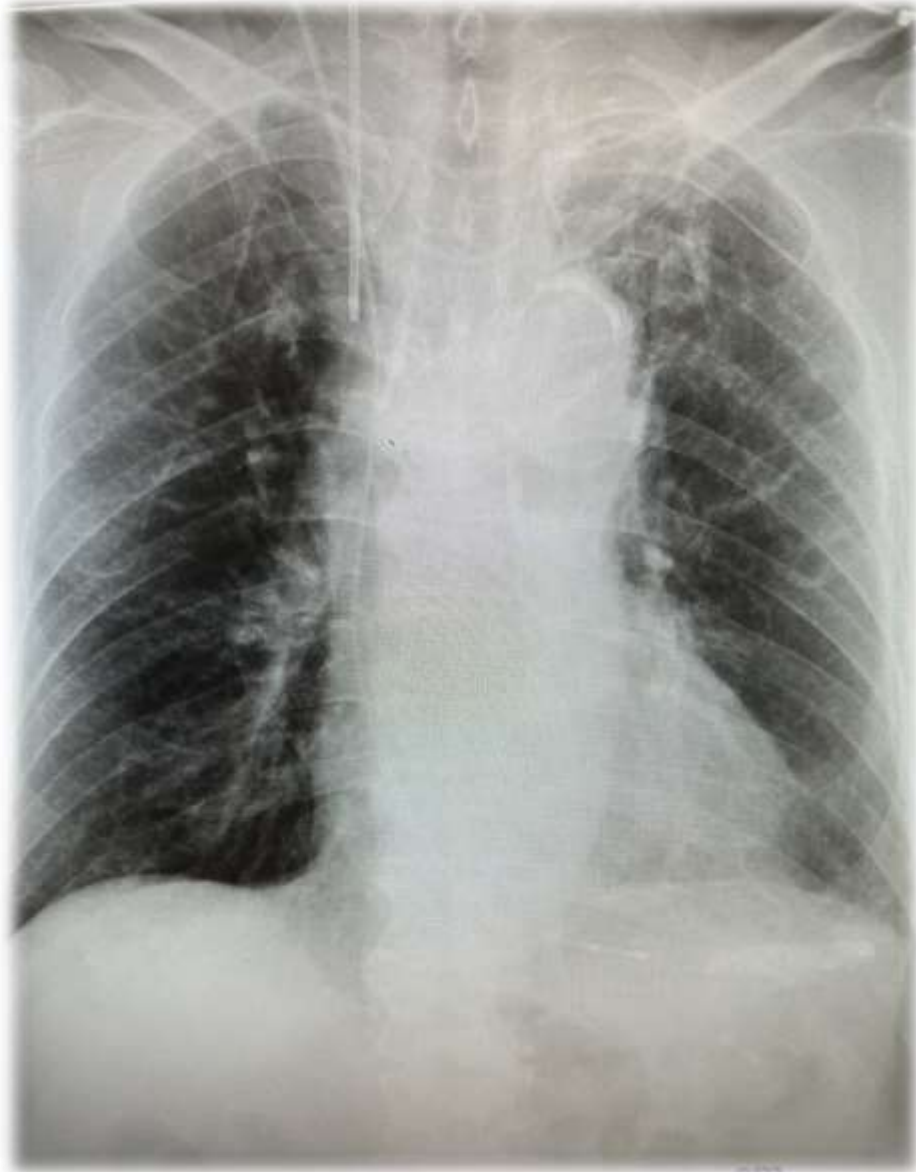
Fusion beatへの対応の一例



ペーシングoff



ペーシングの合併症：③心外筋攣縮 (twitching)



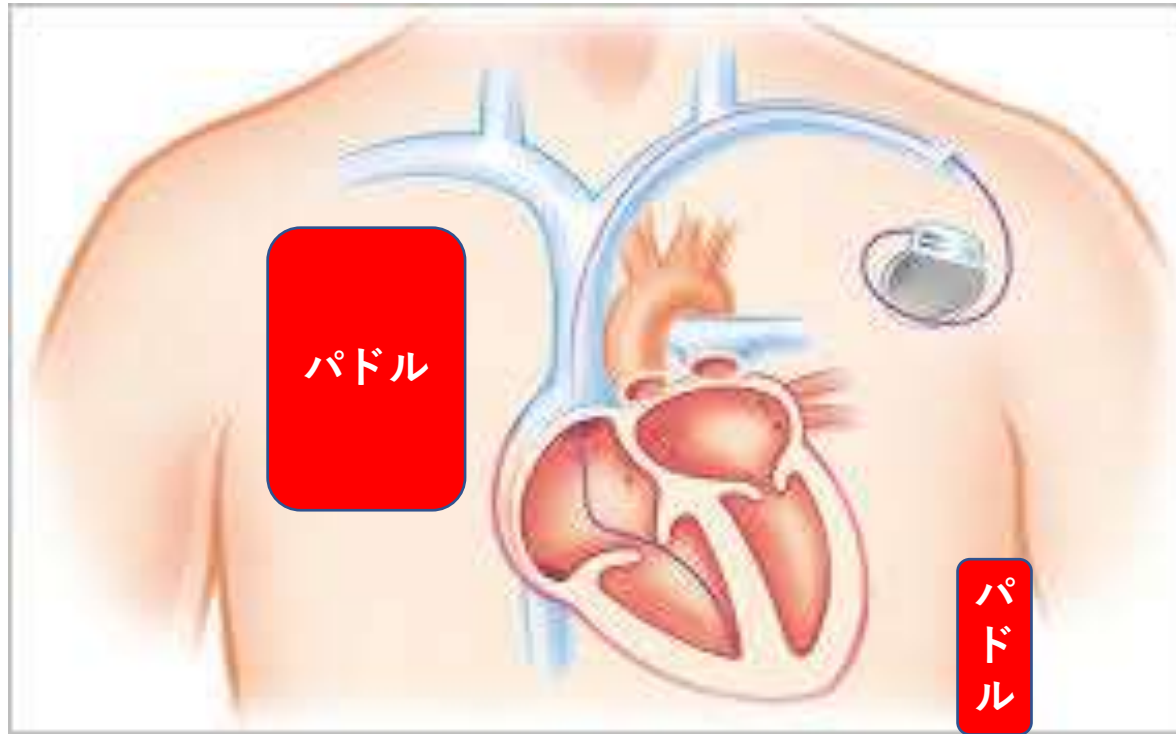
心外筋攣縮：twitching	
原因	ペースメーカーの出力により横隔膜や大胸筋、横隔神経等が刺激されることで生じる
主な症状	<ul style="list-style-type: none">・腹壁がピクピクする・しゃっくりが出る・大胸筋がピクつく
対応	<ul style="list-style-type: none">・ペーシング不全を起こさない範囲でペーシング出力を下げる・可能であればリードの位置を変更する

ペースメーカー植え込み患者に対する
検査/処置実施時の留意点

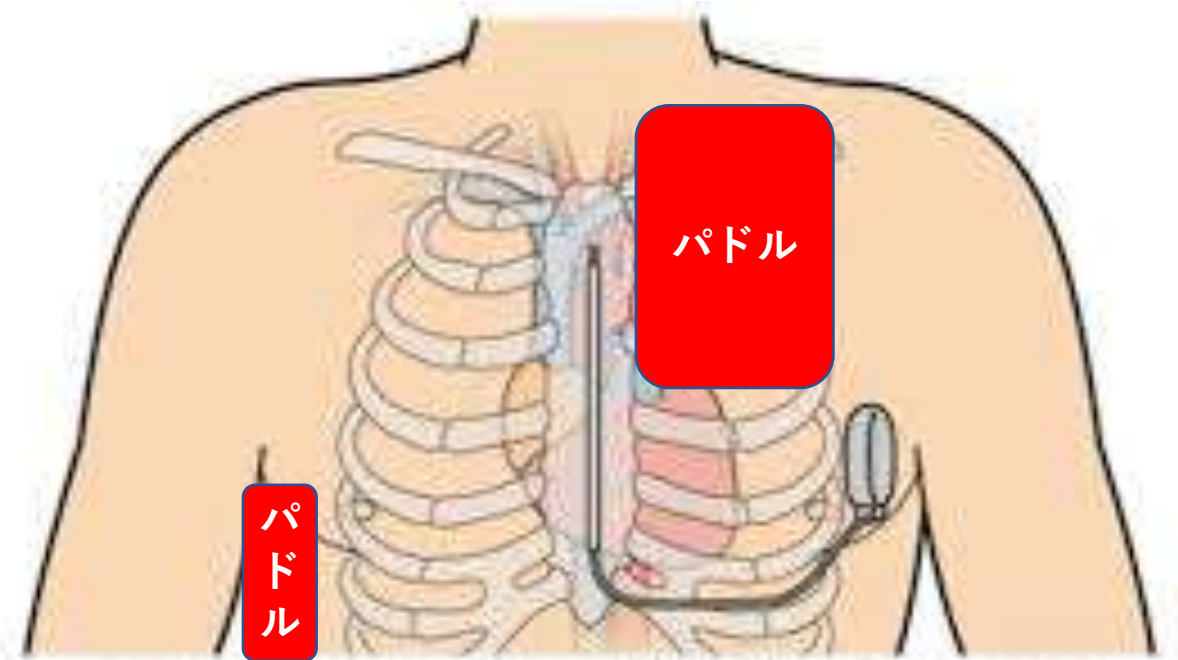
ペースメーカー植え込み患者に対する検査/処置時の留意点

注意が必要な検査/処置と対応		
検査/処置	起こり得る事象	対応
CT	X線を一定時間以上照射し続けることで オーバーセンシングによるペーシング抑制、 または不適切な頻脈治療モードの作動	心電図モニタリング 一時的ペーシングの準備
MRI	※基本的にはMRIは禁忌 リードの発熱、ペーシング抑制、不適切作動に 伴う不整脈誘発	MRIを実施できる条件 ・ デバイス条件 （MRI対応機種） ・ MRI磁場条件 ・ 施設条件など 複数の必要条件を満たし ている必要がある
電気メスの使用	電磁波障害によるペーシング抑制または自動的 に設定モードが変更される	あらかじめ設定変更をする 一時的ペーシングの準備 電氣的除細動（DC）の準備
体外式電氣的除細動	ペーシングの抑制 リードを通して心内に通電し、リード先端から 発火して心筋穿孔を起こす可能性がある	パドルをジェネレータから 8~10cm離す パドルをリードに直行する ようにあてる

デバイス植え込み患者に対する 体外式電氣的除細動実施時のパドル位置：例

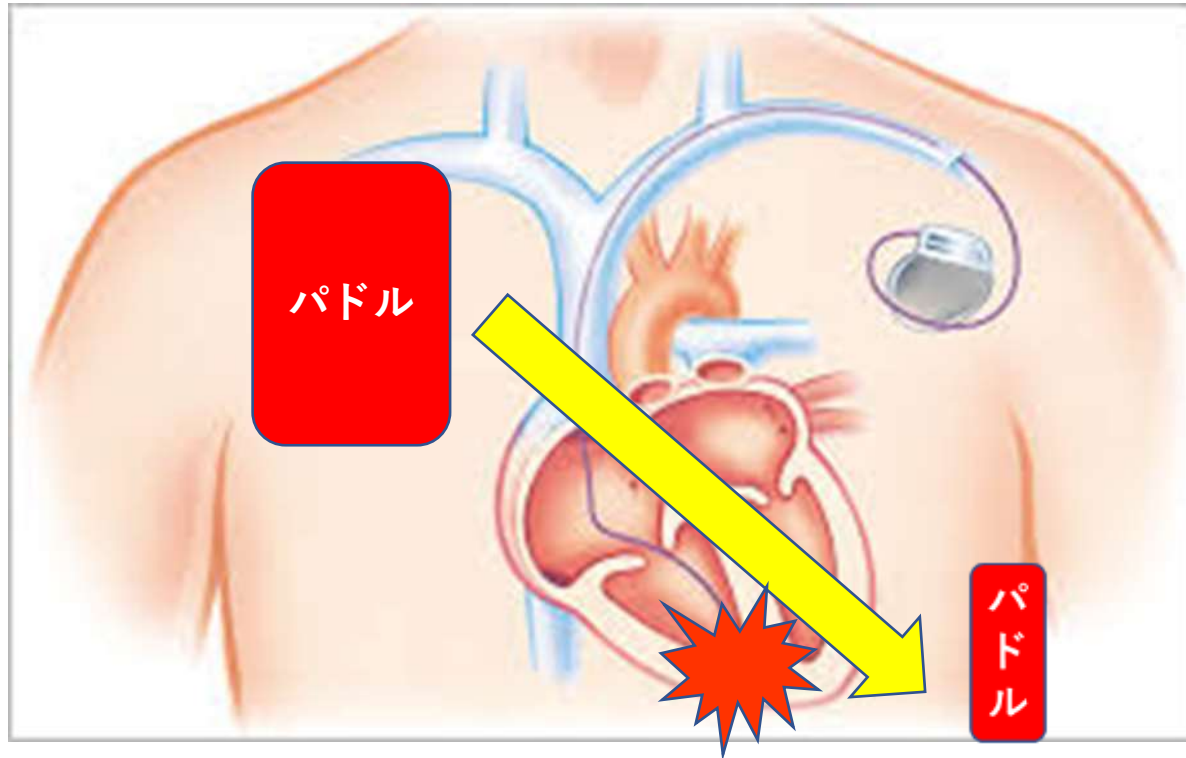


ジェネレーターが左鎖骨下にある場合は、右前胸部と左側腹部、あるいは左右の側胸部から心臓を挟むようにパドルをあてる。使い捨てパドルを使用する場合、前胸部と背部に貼付してもよい。



皮下植え込み型除細動器（S-ICD）の場合、ジェネレーターが左側胸部に植え込まれているため、パドルは左前胸部と右側腹部にあてる。S-ICDのリードは胸骨正中の皮下に植え込まれているため、パドルを前胸部と背部に貼付する使用方法は不適切。

電氣的除細動による心室穿孔のリスク



- リードと平行に通電することで除細動器の電気刺激がリードを伝って心内腔へ流れリード先端が発火



心筋焼灼、穿孔を起こす危険

除細動を行った後は
心エコーもチェック！！



まとめ

- 高度の徐脈や心停止が原因で循環が不安定な場合、ペーシング適応となる
- 経皮ペーシングは痛みを伴うため、必要に応じ鎮痛・鎮静を行う
- ペーシング中の主な合併症は、リード脱落、ペーシング不全、センシング不全、twitchingである
- ペーシング不全は出力不足、センシング不全は感度の過不足で生じる
- ペースメーカーなどデバイス植え込み患者に対してMRIが基本的に禁忌
- デバイス植え込み患者に対し、電気メス、体外式除細動などを使用する場合は、心電図モニタリングを行うとともに、緊急処置の準備もしておく