

● 特別講演

陳旧性心筋梗塞に合併する心室頻拍の カテーテルアブレーション

慶應義塾大学病院循環器内科 副島京子

はじめに

陳旧性心筋梗塞に合併する心室頻拍 (VT) の機序の多くはリエントリーである。心筋梗塞により、心筋細胞間の線維化が進みジグザグ様の伝導遅延を生じるためである。リエントリー回路の幅が広い、心内膜から遠い、VTが不安定である、誘発が困難である、などの理由からそのアブレーションは困難であることが多い。また、虚血性心疾患の VT 患者の約 50% では unstable

VT と stable VT の両方が、また 30% では unstable VT のみが誘発される¹⁾。

1 心室頻拍回路 isthmus の同定法

1) Mapping 方法

stable VT では entrainment mapping (図1) を、unstable VT では洞調律中に pace mapping を行いリエントリー回路の isthmus の exit を同定することが可能である。entrainment mapping では

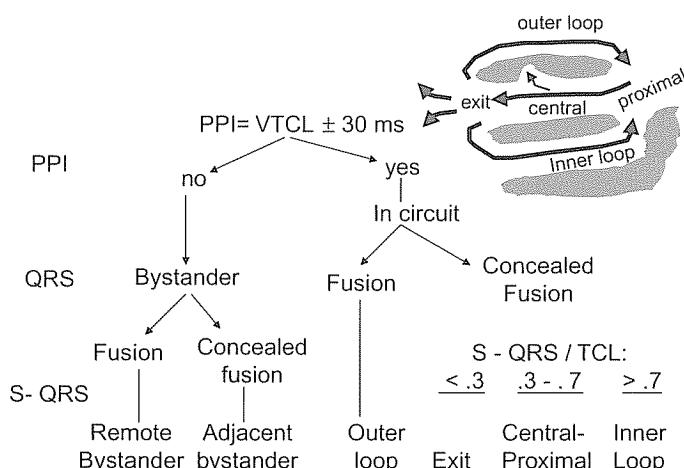


図1 entrainment mapping による isthmus の同定

VT 周期よりも 10 ~ 20 ms 短い周期で刺激を行い、post pacing interval (最後の刺激から刺激局所の初めの電位までの時間) を VT 周期と比較し、その差が 30ms 以内であると回路内であることがわかる。また、pacing 中の QRS 波形が VT の QRS 波形と同じである場合は entrainment with concealed fusion といわれ、刺激部位は isthmus あるいは scar に囲まれた inner loop であることがわかる。最後に刺激-QRS 間隔が VT 周期の 30% 以下であれば回路の exit, 31 ~ 50% では central, 51 ~ 70% では proximal, > 70% で inner loop と判断される。

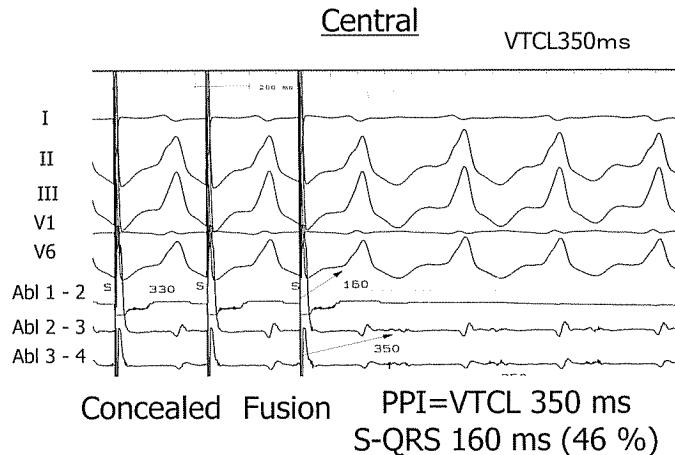


図2 entrainment の1例

図の上から体表面心電図I, II, III, V1, V6誘導, アブレーションカテーテル distal, mid, proximalの記録である。VT周期350ms中にアブレーションカテーテルのdistalからCL320msのペーシングを行うとペーシングによりcaptureされたQRSはVTのQRSと同じで(entrainment with concealed fusion), PPIはVTCLと同じ350msである。また、S-QRSは160msであり、VTCLの46%で、同部位はリエントリー回路のcentral portion of the isthmusであることが判明する。local EGMはペーシング中にcaptureしているABL2-3にて記録される比較的遅いタイミングのfractionated signalである。ペーシング中に見えている大きなEGMはdull potentialであることからもfar field signalである可能性が高い。当然、PPIはlocal EGMまでの間隔となる。

VT中にその周期よりも10～20ms短い周期でペーシングし、QRS波形をVTと比較すること、刺激-QRS間隔とVT周期の割合、post pacing interval (PPI)とVT周期が一致するかを検討する。isthmusではQRSがVTと一致し、刺激-QRS間隔はVT周期の70%以下、PPIはVT周期に一致する²⁾。図2にentrainment mappingの1例を提示する。

これらのマッピング方法に加えて近年開発されたelectroanatomical mapping systemでは、正確な解剖学的情報と局所電位の情報(voltage・activation)とアブレーションカテーテルの位置が3Dマップ上に表示されるため、従来の透視のみに頼った方法に比較して容易に梗塞巣、回路の視覚化が可能である。また、梗塞巣、梗塞周辺部位を異常低電位部位として表示するため、

器質的心疾患に合併するVTのマッピングには非常に有用である。Marchlinskiらの報告³⁾では正常左室の95%の部位でvoltage > 1.55 mVで、右室では1.44mVであることから、maximal voltageを1.5mVに設定すると紫で示された部位は正常心筋、それ以外の色で示された部位は異常低電位部位と考えられる。

2) Isthmusの同定法

図3にVTアブレーションの手順を示す。洞調律中にマッピングを行い、異常低電位部位を同定するとともにpace mappingを行い回路のexitを見つける。pace mappingは刺激強度10 mA/2 msにてunipolar pacingを行い、captureしない部位(EUS: electrical unexcitable scar)をscarとしてタグすると、EUSとEUSの間、あるいはEUSと弁輪などのanatomical borderの間にisth-

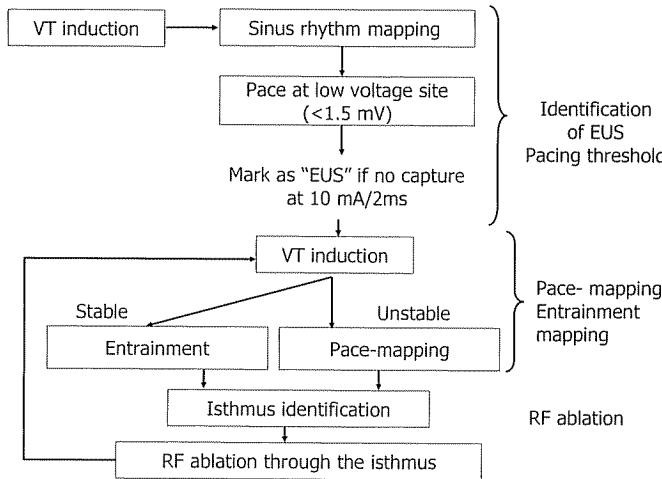


図3 VTアブレーションの手順

electroanatomical mapping system を用いたアブレーションの手順を示す。まず、VTを誘発し、右室と左室のどちらをマッピングするべきか決定する。そして、洞調律中にsubstrate mapを行い、異常低電位部位(<1.5 mV)で10mA, 2 msの刺激強度で単極ペーシングを行いcaptureしない場合EUS(electrically unexcitable scar)と考えて、scarのタグをつける。そして、EUS付近のisthmusと考えられる部位にてベースマップを行うか、あるいは安定したVTが誘発されればentrainment mappingを行い、isthmusであることを確認し、アブレーションを行う。

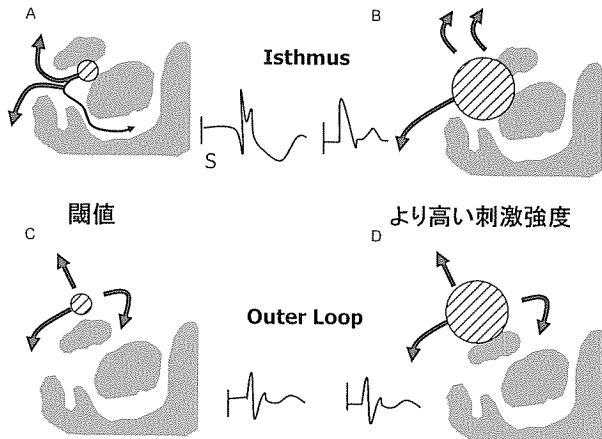


図4 isthmusとouter loopにおける刺激強度とQRS波形の変化

パネルAでは刺激の閾値にてisthmus内でペーシングを行なうとごく小範囲の組織をcaptureするため、S-QRSは長くVTのQRSと一致する。また、より高い刺激強度で同じ部位を刺激すると、より大きな範囲をcaptureするため、scarの外側の健常組織をcaptureし、S-QRSは短くVTとは波形の異なるQRSを呈する(B)。一方、outer loopで同様に閾値でペーシングするとVTとは異なるQRSが生じ、より高い刺激強度でのペーシングにおいてもQRS波形は変わらない(C, D)。

musが存在する。平均3カ所のEUSが認められる⁴⁾。

VTのisthmusがEUS近傍にあることから、将来的にはVTを誘発せずに予防的なアブレーションが可能となろう。ただし、VT回路のisthmusとなりえるchannelは複数存在することから、どのchannelがisthmusとなりえるか推測することが必要である。理論的には図4に示したように、刺激強度を変化させることにより幅の狭いchannelを同定することが可能と思われる。強い刺激強度ではより広範囲の組織をcaptureするのでchannelの外の組織をcaptureし、QRS

波形が変化すると考えられる。QRSが刺激強度に応じて変化する部位がisthmusとなる可能性が高い。われわれの検討では12人の陳旧性心筋梗塞に合併したVTで計18個のisthmusがentrainment mapping、あるいはpace mappingにて同定された。これらの患者で計471の低電位部位にて刺激強度を変化させて心電図の比較を行ったところ、51部位(4.3 ± 3.2部位/患者)でQRS変化が認められた。51すべての部位がisthmus内に位置していることが確認された。具体的な患者の1例を図5に示す。

このようにelectroanatomical mapping system

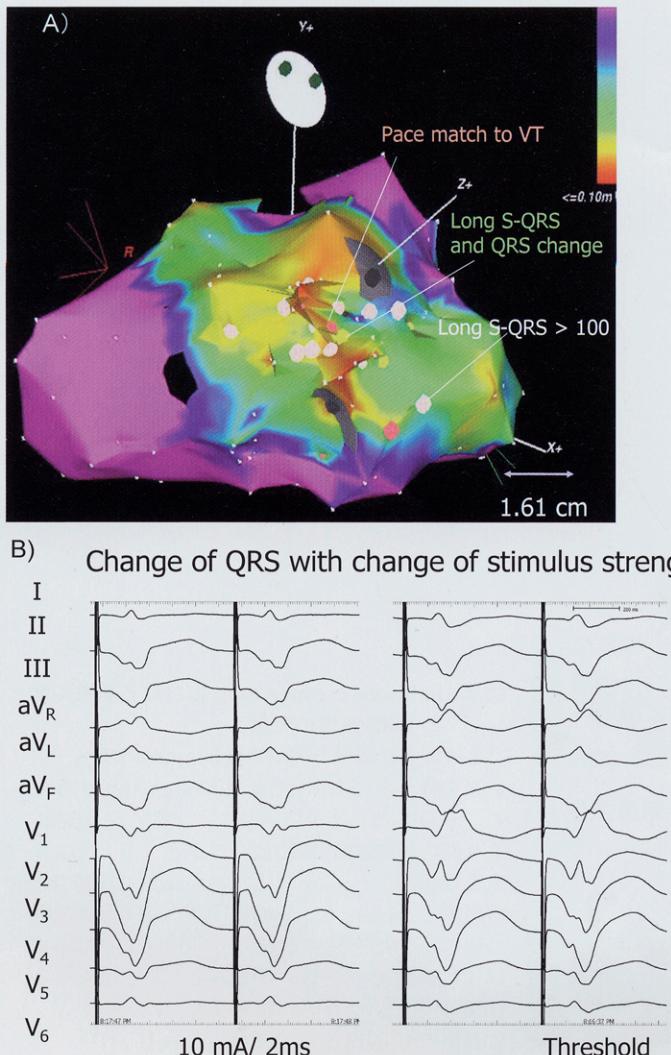


図5 前壁陳旧性心筋梗塞の患者の左室 voltage map

color range の upper limit を 1.5mV に設定すると紫で示された組織は健常組織と考えられ、それ以外の部位は梗塞巣と考えられる。前壁の梗塞巣のなかに二つの EUS を認める。その間にペースマップを行うと VT と同じ QRS 波形が得られると同時に刺激強度により QRS 波形が B のように変化する。EUS-EUS 間が isthmus と考えられ、同部位にアブレーションを行い、VT は誘発されなくなった。

を用いて異常低電位部位を同定し、刺激強度を変えて pace mapping を行うことにより critical isthmus を同定することが可能であろう。Arenal ら⁵⁾は、右室心尖部 (RVA) ペーシング中に isolated delayed component (IDC: doubleあるいは multiple component の局所電位で > 50ms isoelectric line) により分かれしており、刺激から最も遅い component (まで > 150ms) を認めた症例で、近傍の綿密なマッピングを行い、IDC 領域 ($3.5 \pm 2.2\text{cm}^2$) が同定した。さらに、最も遅い IDC 部位から pace mapping を行い、S-QRS > 50 ms で VT の波形に一致した場合、あるいは安定した

VT 中に同部位において mid diastolic potential が記録された場合、entrainment with concealed fusion、あるいは PPI-VTCL < 30ms であれば isthmus と考え、アブレーションが行われた。その結果同定された 29 部位のうち 24 部位が VT の isthmus であることが判明している。また IDC 領域は洞調律中よりも RVA ペーシング中の同定が容易であったことが報告されている。

2 アブレーション

Kocovic らの報告では exit でのアブレーションによる VT の停止は約 30% で、他の部位に比

較して高い。その他の isthmus 内での停止は 10 %未満である。ただし、isolated potential が VT 中に記録される場合は proximal, central で 20 ~ 40% の停止が認められる⁶⁾。isthmus を横断する方向 (EUS と EUS, あるいは EUS と弁輪の間) に線状アブレーションを行う。EUS に囲まれた isthmus の平均的な幅は 2.0 ± 1.2 cm, 長さは 2.9 ± 1.4 cm である。図 5 の患者では EUS と EUS の間に pace mapping による QRS 波形が VT の QRS と一致し、isthmus が同定されたので EUS-EUS 間に線状アブレーションを行い、VT 消失に成功している。また、irrigation catheter, cooled tip catheter では VT が停止することが多く、またその再発が少ない傾向を示す⁷⁾が、わが国では残念ながら承認されていない。1 回の焼灼ごとに $10\text{mA}/2\text{ ms}$ の unipolar pacing を行い、capture しないことで十分なリージョンができたことを確認する。Wilber らは VT exit が異常低電位領域の境界部にあることから exit を見つけたら 異常低電位部位の境界部に沿って数 cm の線状アブレーションを行い、よい成績を上げている。

文 献

- 1) Soejima K, Suzuki M, Delacretaz E, Brunckhorst CB, Stevenson WG. Catheter ablation in patients with multiple and unstable ventricular tachycardias after myocardial infarction: short ablation lines guided by reentry circuit isthmuses and sinus rhythm mapping. *Circulation* 2001;104:664~9.
- 2) Stevenson WG, Khan H, Sager P, et al. Identification of reentry circuit sites during catheter mapping and radiofrequency ablation of ventricular tachycardia late after myocardial infarction. *Circulation* 1993;88:1647~70.
- 3) Marchlinski FE, Callans DJ, Gottlieb CD, Zado E. Linear ablation lesions for control of unmappable ventricular tachycardia in patients with ischemic and nonischemic cardiomyopathy. *Circulation* 2000; 101:1288~96.
- 4) Soejima K, Stevenson WG, Maisel WH, Sapp JL, Epstein LM. Electrically unexcitable scar mapping based on pacing threshold for identification of the reentry circuit isthmus. Feasibility for guiding ventricular tachycardia ablation. *Circulation* 2002; 106:1678~83.
- 5) Arenal A, Glez-Torrecilla E, Ortiz M, et al. Ablation of electrograms with an isolated, delayed component as treatment of unmappable monomorphic ventricular tachycardias in patients with structural heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:81~92.
- 6) Kocovic DZ, Harada T, Friedman P, Stevenson WG. Characteristics of electrograms recorded at reentry circuit sites and bystanders during ventricular tachycardia after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:381~8.
- 7) Soejima K, Delacretaz E, Suzuki M, et al. Saline-cooled versus standard radiofrequency catheter ablation for infarct-related ventricular tachycardias. *Circulation* 2001;103:1858~62.