

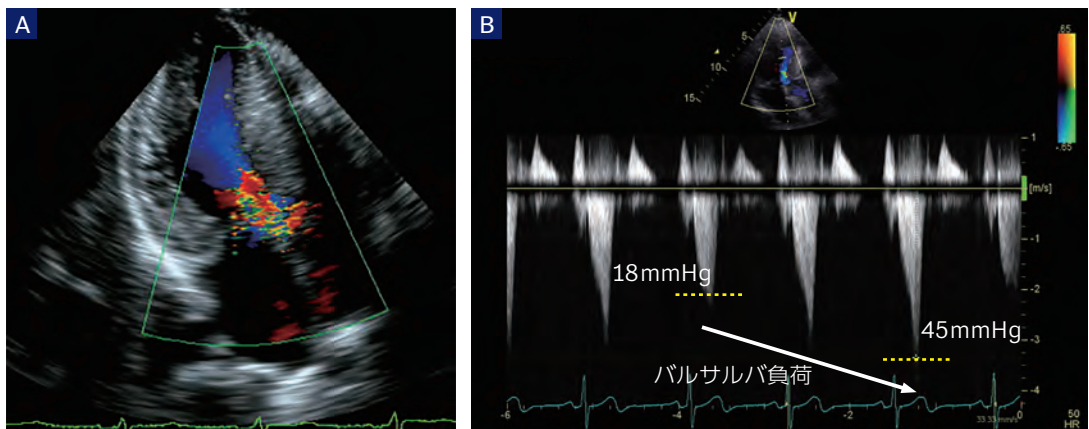


図20 肥大型心筋症の症例におけるバルサルバ負荷

左室流出路に血流速度亢進を反映する乱流を認める (A)。CWドプラで左室流出路血流を記録しながらバルサルバ負荷をかけると、左室流出路の最大圧較差が18mmHgから45mmHgまで増加した (B)。

5 右心系

■ 右室

右室径や機能を正確に評価するためには、右室に焦点を当てた心尖部四腔断面 (RV-focused apical four-chamber view) を用いる (図21)。通常の心尖四腔像を描出したあと、左室心尖部をとらえながらプローブを回転させ、右室面積と基部径が最大になり、心基部から心尖部まで右室全体が描出されるところを探す。

拡張末期 (三尖弁が開放する直前の時相) において、右室長径とそれに対して垂直なラインで基部と中部の径を計測する。また、この断面で拡張末期と収縮末期の右室面

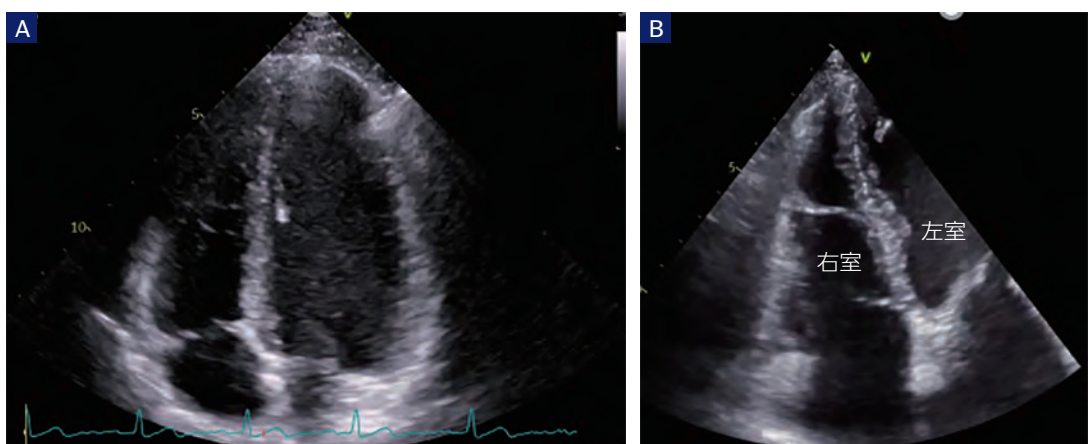


図21 RV focused viewの描出

A: 通常の心尖部四腔像, B: RV focused view

通常の心尖部四腔像の位置から、プローブを少し外側に移動し検者方向に傾ける。左室心尖部は保持しながらプローブを回転させて右室が最大になる断面を探し、右室を画面中央に表示するように調整する。

積を計測し、右室収縮能の指標である右室面積変化率(right ventricular fractional area change ; RVFAC)を算出する。

■ 下大静脈

下大静脈は体位の影響を受けるため、必ず仰臥位で観察する。一般に心窩部アプローチで描出するが、消化管ガスなどで見えづらいときは、右肋間から肝臓を介して観察することもできる。

下大静脈径は、右房流入部2～3cm手前で計測する。通常の呼吸では径の変動が不十分な場合にはsniff(鼻をすする動作)させることで呼吸による径の縮小が見やすくなる。ASEガイドラインに基づき、下大静脈径と呼吸性変動から右房圧(中心静脈圧)を推定する(表3)。

表3 下大静脈径および呼吸性変動による右房圧(中心静脈圧)の推定

下大静脈径(mm)	呼吸性変動	推定右房圧(中心静脈圧)(mmHg)
≤ 21	≥ 50%	3 (0～5)
≤ 21	< 50%	8 (5～10)
> 21	≥ 50%	8 (5～10)
> 21	< 50%	15 (10～20)

ここが筑波大流！：下大静脈は長軸だけでなく短軸でも評価する

ASEガイドラインによる下大静脈評価は、欧米人を対象としたデータでカットオフ値を定めているため、体格の小さい日本人にも同様に当てはまるのかは定かでないという意見もある。筆者らは、静脈系のコンプライアンスと内圧の関係から、下大静脈の断面像が円形に近づくほど、中心静脈圧が上昇することを見出した¹⁶⁾。そのため、中心静脈圧上昇があるのか判断に迷う場合には、下大静脈の短軸像を描出し、長径と直交する短径を計測している。3Dエコーを用いると、より正確な短軸断面を描出できる(図22)。短径/長径の比が0.7以上の場合、中心静脈圧≥10mmHgの上昇を95%の精度で診断可能である。

ここが筑波大流！：腎静脈ドプラ波形で腎うっ血を評価する

中心静脈圧の上昇によって生じる腎うっ血や腎機能悪化は、心不全の予後増悪と関連する。筆者らの検討からは、腎静脈ドプラ波形が連続性パターンを呈するときは正常で腎うっ血なし、単相性または二相性の非連続性パターンを呈するときは予後不良と関連する腎うっ血ありと判定できる¹⁷⁾(図23)。当院では、心不全症例においては積極的に腎静脈ドプラ波形により腎うっ血を評価し、心不全マネジメントに役立てている(図24)。



図2 穿刺点

A: 自分の橈骨動脈を触れてみる。
 B: 拍動を触れない位置 (線 a)。
 C: 拍動をしっかり触れる位置 (線 b)。
 D: 線 b の上にエコーの中心を置く。
 E: 中央に橈骨動脈がある (矢印)。

よさそうである。

方向

線bに向かってまっすぐに刺す。

角度

筆者は45°前後で穿刺している。

速度

あまり遅すぎると、針先が血管壁に突き刺さらずに逃げられる可能性がある。かといって、速すぎると血管腔をとらえても逆血が来ずに、当たったのか当たっていないのかが判断しづらい。「遅すぎず速すぎず」がよいと思う。

ここが筑波大流！：穿刺のコツ

以上の手順でも1発でとらえられなければ、以下を試す。

- 皮下まで抜き、右・左に方向を変えて刺し直す
- 穿刺点を少し中枢側なり末梢側にずらして同様の手順を繰り返す
- リアルタイムエコーガイド下穿刺
- 穿刺部位の変更

■ カテーテル操作

左冠動脈 (left coronary artery ; LCA)

LCAは稀な起始異常がなければ、当然左冠尖 (left coronary cusp ; LCC) 内に入口部が存在する。カテーテル先端がLCC内になれば勝負が始まらない。使用するカテーテルはJL (3.5, 4.0, 5.0のサイズがある) が基本だろう。ただし、**起始異常がある場合はAL (1.0, 2.0) の使用が必要な場合がある。**

- ①ワイヤーを先行させてカテーテルを進める。
- ②ワイヤーがボトムで反転している場合、大抵そのワイヤーは**無冠尖 (non-coronary cusp ; NCC)**にある。

→ワイヤーを押して進めると、そのワイヤーは小弯側ではなく大弯側を通る。一番大弯側にあるカスプがNCCであるので、ワイヤーの下端もしくは反転ポイントは**大抵NCCである (図3A, B)。**

- ③ワイヤーに追従させてカテーテルをボトムまで押し込んでからワイヤーを抜くと、カテーテル先端がNCCにある状態から始まる (CAGを始めたばかりの術者はこうなることが多いようだ)。

→この場合、カテーテルの向きがよければ、ただ引いてくるだけで先端はLCCに入る。

ここが筑波大流！：ワイヤー抜去のコツ

慣れた術者はカテーテルをボトムまで押し込まずに、**カテーテルがちょうどよい高さにきたら自分の右手でゆっくりワイヤーを引いて、JLの第2カーブ形状 (図3B：赤円) によりカテーテル先端がLCCに入ったことを確認してからワイヤーを完全に抜去する。**

当院はパイプレン装置を使用しており、筆者はここから先の操作はパイプレン：left anterior oblique (LAO) /right anterior oblique (RAO)で行っている。冠動脈CTの短軸像のイメージと合わせて説明する。

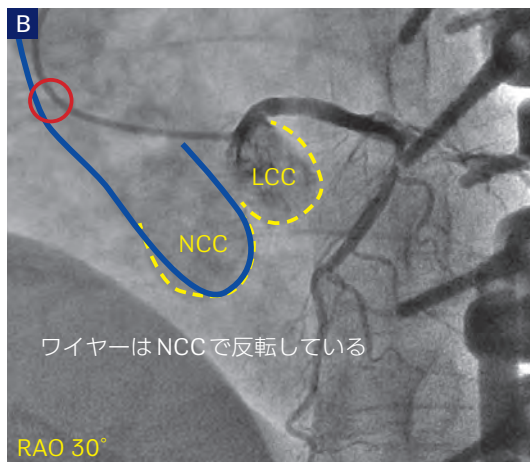
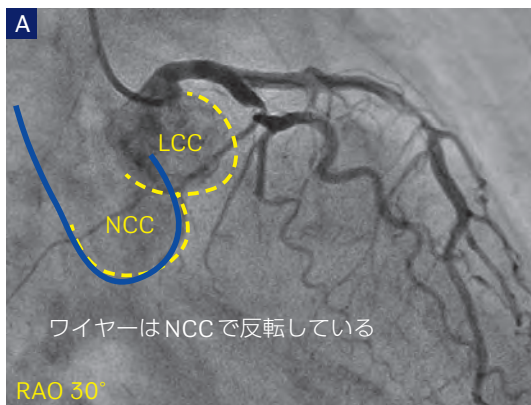


図3 ワイヤーの反転

A・B：ワイヤーは大弯側を通してNCCで反転している。
赤円：JLの第2カーブ

経皮的冠動脈形成術 (PCI)

Introduction

本項は、前半では、当院における虚血性心疾患に対する経皮的冠動脈形成術 (percutaneous coronary intervention ; PCI) 戦略とその実際について説明をする。後半では、PCIに必要な各種デバイスに注目し、デバイスごとに解説を行い、最後に合併症についても触れておく。

PCIは術者や指導的介助者の技術・経験・好み、さらには病院の環境(心臓血管外科の有無)などで**ストラテジーやエンドポイントが変わる**。本項を読んで“ここは参考になる”“これは使える”という箇所があれば、日々の診療に取り入れて頂ければと考える。

当院のPCIのモットーは“**Simple is the best.**”である。手技はなるべく煩雑にせず、なおかつ最大限の効果が得られるようなPCIが施行できるように常に心がけている。そうすることで合併症の減少、手技時間の減少や放射線被曝の減少に寄与すると考えている。

▶ 経皮的冠動脈形成術 (PCI)

1 適応

■ STEMI

ST上昇型心筋梗塞 (ST elevation myocardial infarction ; STEMI) に対する再灌流療法は予後を改善させることが証明されており、発症後できる限り迅速に primary PCI を施行することが推奨されている。胸痛 + ECG (electrocardiogram) 変化が認められれば、速やかに冠動脈造影 (coronary angiography ; CAG) を行い、冠動脈に狭窄・閉塞病変を認めた場合は引き続き PCI を施行する。

point : STEMIの対応

- STEMIであれば採血結果を待たずに血管造影室へ。
- door to balloon time < 90分を達成する。

この際、大動脈解離や肺塞栓、その他の胸痛を主訴とする疾患、心室中隔穿孔などの心筋梗塞に伴う合併症を否定することを忘れてはならない。大動脈解離は痛みの性状、心エコー検査で上行大動脈の

解離や心嚢液貯留の所見がないことで鑑別でき、肺塞栓は酸素化の低下や右室拡大がないことで鑑別が可能である。また、心室中隔穿孔では心雑音を聴取するため、聴診を行うことを忘れてはならない。

■ NSTEMI-ACS

持続する胸痛、心不全合併、心筋トロポニン上昇などの高リスク非ST上昇型急性冠症候群（non-ST-elevation acute coronary syndrome；NSTEMI-ACS）患者群では、即時もしくは早期のCAG/PCIを行う。

■ 慢性冠動脈疾患

当院では、自覚症状のない患者や中等度狭窄病変においては心筋虚血の評価を必須としている。また、心筋虚血の評価のみならず、冠動脈の支配領域と病変性状によりPCIと薬物療法のどちらが望ましいかを判断している。

治療に迷うときは、自分の家族だったら治療するのかどうかを考える。そうすることでおのずと治療適応の判断ができるはずである。

topics：ISCHEMIA 試験

ISCHEMIA試験¹⁾や過去のような研究結果から、安定狭心症に対するハードエンドポイントである死亡に関してはPCI施行の有無で差が生じていない。そういう意味では、病変性状が不安定でないことが確認できれば、至適薬物療法を選択することも十分考慮すべきである。しかし、ISCHEMIA試験では左主幹部病変、低心機能、重症心不全などの症例が除外されている。このような症例ではISCHEMIA試験の結果が適用できず、患者個々の背景、病変などを考慮し治療適応を判断する必要がある。

2 術前準備

待機的PCIでは、術前に治療計画を立てることをルーチンワークにすることが重要である。

使用するガイディングカテーテル・ガイドワイヤーの種類、必要とする透視の角度を事前に考えておく。また、冠動脈の形態・病変性状などから起こりうる合併症を想定し、合併症をきたさないようにするにはどうすればよいかを考えておく。

point：手術の心構え

自分が執刀する症例ではなくても、助手として入るPCIやカテ室の外から見ている場合でも「自分だったらどうする？」を常に考えることで、術者として経験した症例数以上の実力をつけることは可能である。

3 手技

■ マッピング

穿刺およびカテーテル配置

特発性PVC/VTの想定される起源によってマッピング方法は異なるが、基本的に右大腿静脈穿刺を行い、ヒス束と右室心尖部、冠静脈洞に電極カテーテルを留置する。

最も頻度が多い起源である心室流出路起源のPVCのマッピングを行う場合は、冠静脈洞にルーメン付カテーテルを留置し、2Fr.の電極カテーテル〔EPstar Fix（日本ライフライン社）〕を大心静脈遠位枝、あるいは前室間静脈や中隔穿通枝に挿入する（図3）。冠静脈洞に挿入するルーメン付カテーテルを挿入するために内頸静脈穿刺を行う。

図3Bは冠静脈の走行の模式図を示しているが、LV summit（黄点線）の領域を走行する細い大心静脈遠位枝が存在する場合、その枝に2Fr.電極カテーテルを挿入することにより、LV summitの局所電位を記録することができる。

PVC/非持続性心室頻拍（non-sustained ventricular tachycardia ; NSVT）の誘発

鎮静薬はPVC/NSVTの発生を抑えてしまうことがあり、不整脈の発生状況や、患者の苦痛など状況に応じて適宜、必要最低限で用いている。PVC/NSVTが術中に頻繁に認められない場合にはマッピングを行うことができず、成功率の低下の原因となってしまう。したがって、PVCを認めない場合にはペーシングや薬剤投与により誘発を試みる。

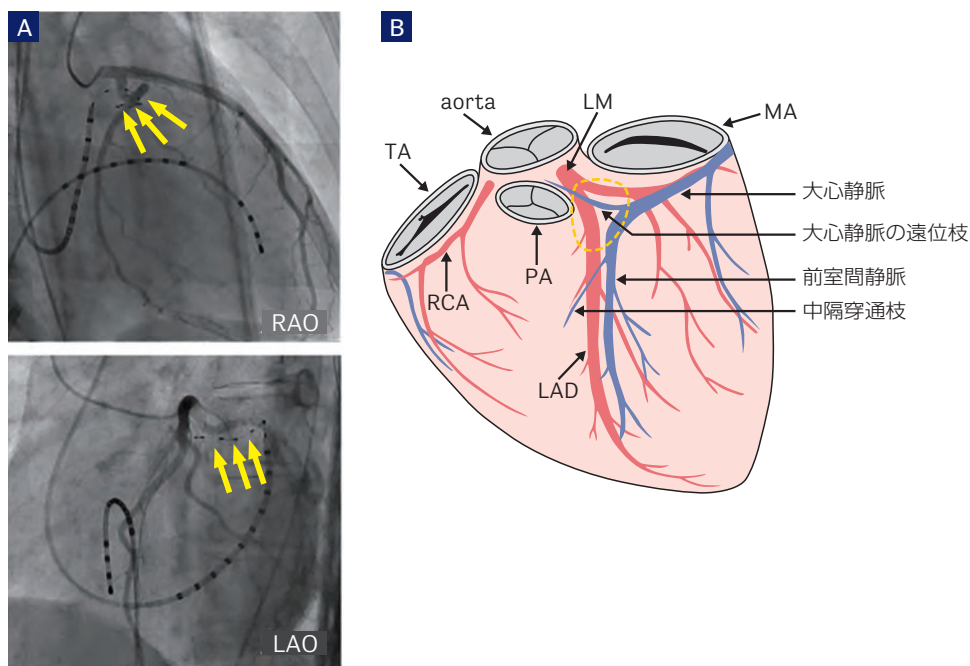


図3 LV summitを走行する大心静脈遠位枝に挿入した2Fr.電極カテーテル

ペーシングは心房・心室からの刺激を行う。特に、PVCのように機序がトリガーと考えられる場合には頻回刺激法を行う。

薬物に関しては、まずはイソプロテレノール（5～10 μ g）を投与する。血圧が高くない場合にはエピネフリン（5～10 μ g）を投与する⁸⁾。

アクチベーションマッピングとペースマッピング

3Dマッピングシステム〔CARTO[®]（Johnson & Johnson社）、EnSite[™] NavX（Abbott社）、RHYTHMIA[™] HDx（Boston Scientific社）〕のガイドのもとで、多電極マッピングカテテル〔PENTARAY[®]（Johnson & Johnson社）、HD Grid（Abbott社）、IntellaMap Orion（Boston Scientific社）〕を用いてマッピングを行う。

特発性PVC/NSVTの起源は、PVC/NSVT中に心室内で一番早期に興奮している部位である。3Dマッピングシステムを使用し、心室興奮伝播様式を同定する（アクチベーションマッピング）。通常は、最早期興奮部位ではPVC/NSVTのQRS波の立ち上がりよりも20～50msec先行する局所電位（bipolar電位）が記録され、unipolar電位は急峻なQS波形を呈する。

多電極カテテルは通常のアブレーションカテテルよりも電極サイズが小さいため、アブレーションカテテルでは記録が困難な微細な電位を記録できることがある。特に大動脈冠尖では、多電極カテテルでPVC中に先行する微細なpre-potentialを認める場合がある。pre-potentialを認めた場合には、その部位にTAGを残して、アブレーションの標的とすることが重要である。

図4は下方軸/左脚ブロックを呈するVTに対してPENTARAY[®]で大動脈冠尖をマッピングしたところ、VT中のQRS onsetよりも先行する電位が記録された（図4赤矢印）。同部位にアブレーションカテテルを留置したが、明らかな先行する電位は記録されなかった。しかし、同部位を焼灼することにより速やかにVTは停止し、誘発不能となった。

マッピングしている電極カテテルからペーシングを行い、標的とするPVC/NSVTの心電図と類似したペーシング波形が得られる部位は、PVC/NSVTの起源に近いと考えられる（図5）。このような手法をペースマッピングと言う。最早期興奮部位を同定したらペースマッピングを行い、標的の不整脈と同一の波形が得られるか否かを確認する。

また、マッピング中に上記のような誘発を行ってもPVC/NSVTの頻度が少ない場合、アクチベーションマッピングで最早期興奮部位を同定することが難しいため、ペースマッピングで至適アブレーション部位を決定する。

■ アブレーション

イリゲーションカテテルを用いて、出力30～50W（右室では25～35W）、温度リミット45℃で、各ポイント50～90秒間通電を行う。ただし、傍ヒス束では房室ブロッ