

## PCI (冠インターベンション : Percutaneous Coronary Intervention)

倉敷中央病院 放射線科 横田 忍

(岡山県アンギオ研究会)

### 【 はじめに 】

PCIとは、狭心症や心筋梗塞などの虚血性心疾患を Catheter によって治療する冠血行再建術の総称である。これは、冠血行再建のため、冠動脈内に Guide Wire、Balloon、Stent などの治療器具（デバイス）を挿入して行なう治療を意味する。従って、Guiding Catheter から t-PA や UK などの薬剤を冠動脈内に投与する血栓溶解療法は通常 PCI に含まない。

PCIへの放射線技師の関わり方は、施設により大きく異なる。Filtering や Collimating は適切か、状況に応じた I.I. size を選択しているか、X 線条件をほぼ決定する Framing は良好か、I.I.が離れて鮮鋭度が低下していないかなどは、放射線科技師の当然の業務として日常行われている。さらに、これら透視や冠動脈撮影のモニター像から得る情報に加え、刻々変化する心電図、血圧、患者さんの症状まで目を向けることができるようになるには、相当の経験、学習、意欲を必要とする。さらに、術者が、病変の形状や性質をどのように認識しデバイスを選択しているのか。どうしてこの Guiding Catheter、Guide Wire、この size の Balloon を選択したのかなどを、共に考えることで PCI の面白さが飛躍的に向上する。術者に近づくと、様々なデバイスのシステム構成を理解することができ、また術者のテクニックや工夫も垣間見ることができる。さらに、清潔な手袋をはめて術者の助手として一歩踏み込んだ業務をこなしている施設もある。

PCIの適応や禁忌は、ACC ( American College of Cardiology ) /AHA ( American Heart Association ) のガイドラインを、また合併症や治療成績等は、専門書を参照して頂き、ここでは、主に PCI 時の使用器具やデバイスについて記する。

### 【 PCIの種類 】

- 1) POBA ( Plain Old Balloon Angioplasty )  
従来の Balloon を使用する PTCA を POBA と称し、他のニューデバイスを使用する PTCA と区別している。
- 2) Stent  
近年のほとんどのものは、最初から Balloon にマウントされており、Stent Delivery System ( SDS ) と呼ばれる。
- 3) Atherectomy --- 粥腫切除術  
DCA ( Directional Coronary Atherectomy )  
PTCRA ( Percutaneous Transluminal Coronary Rotational Atherectomy ) = Rotablator  
Excimer Laser  
\* 3 ) は、粥腫を除去する意味で debulking devise と呼ばれる。
- 4) Aspiration --- 血栓吸引術

### 【 PCIまでの流れ 】

#### < 術前検査 >

心電図、負荷心電図、  
心筋タリウムシンチ、心エコー ( UCG )、冠動脈造影 ( CAG )、左心室造影 ( LVG )  
生化学検査 ( 電解質、BUN、クレアチニン等 ) --- 主に腎機能の評価

#### < 薬剤アレルギーの確認 >

造影剤、抗血小板薬、抗生物質

#### < 前処置 >

抗血小板内服薬の継続 ( バイアスピリン、パナルジン、プレタール等 )  
点滴路確保 ( ポタコール R 等 )  
抗生剤 ( ホスミン等 )  
ニトロダームの貼付

< 術前準備 >

PCI用システムセットの準備

造影剤、圧、フラッシュラインの準備 (図1: ACIST)

12誘導心電図の準備

薬剤の準備 (ヘパリン、ニトロール、キシロカイン等)

周辺機器の待機 (DC、IABP、PCPS、ペーシングセット、挿管セット、IVUS等)

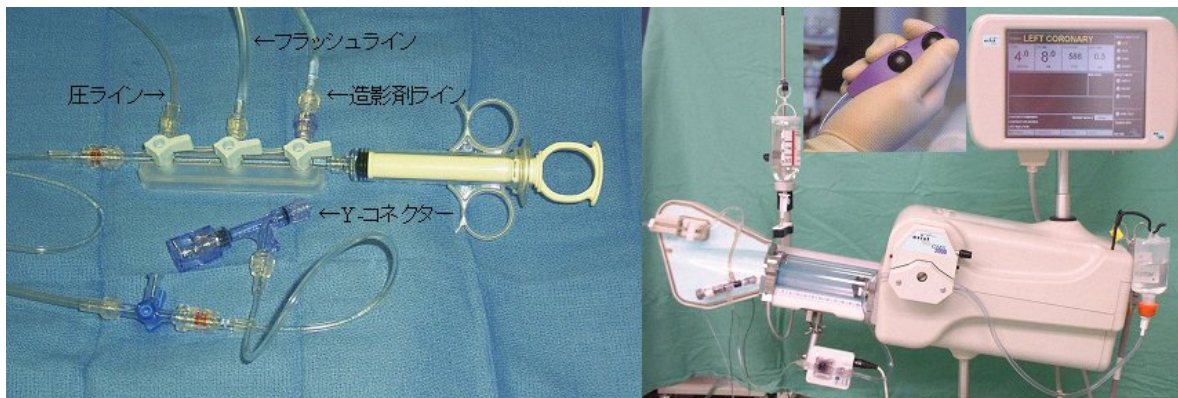


図1 従来の3連活栓と3ライン一体型の“ACIST” injection system

【 穿刺部位と使用 Guiding Catheter の size 】

1) Femoral artery ( 大腿動脈 ): 6 ~ 10Fr ( 2 ~ 3.3mm ) TFI ( Trans Femoral coronary Intervention )

DCA

9.5Fr、10Fr を使用する。8Fr で使用可能なデバイスも開発されている。

PTCRA

使用する Burr の size により 6 ~ 10Fr を使い分ける。  
Burr size が 2.15mm 以上になると 8Fr 以上となり TFI となる。

CTO ( 慢性完全閉塞 ) 症例

8Fr、対側 co-lateral 造影が必要な場合は、反対の大腿動脈より 5~6Fr のシステムでの造影を追加する。

2) Radial artery ( 橈骨動脈 ): 6Fr ~ 7Fr TRI

穿刺部位の神経障害や出血が少なく患者負担が軽減される。女性は、一般的に 6Fr を使用する。橈骨動脈が損傷する危険性があるため、事前に尺骨動脈の開存を確認しておく。( Allen テスト )

3) Brachial artery ( 上腕動脈 ): 6Fr ~ 8Fr TBI

TFI、TRI が困難な時に行なう。時に穿刺や出血による上腕神経障害を引き起こす。

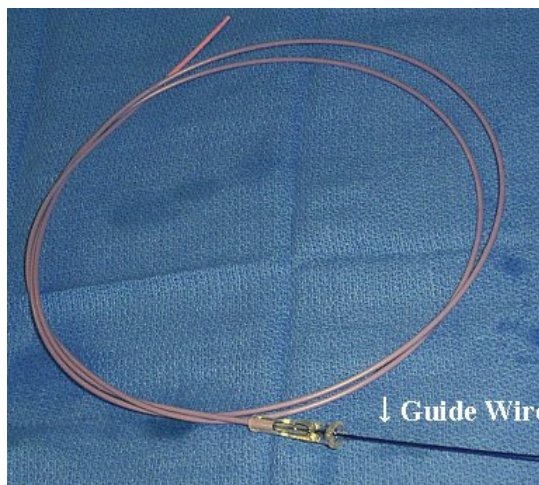


図2 インナーシース

【 PCIに必要な主な器具 】

1) シースイントロデューサー

穿刺動脈を確保し、出血を最小限に抑えてカテーテルの交換ができる。約 10cm。大動脈、腸骨動脈が屈曲、蛇行し Guiding Catheter の導入が困難な場合や、Guiding Catheter にトルクが伝わらない場合、ロングシース ( 約 25cm ) を使用する。

2) インナーシース ( 図 2 )

Guiding Catheter の挿入、抜去時に Guide Wire と Guiding Catheter とのギャップによる大動脈壁への損傷を防止するため、インナーシースを挿入しそのギャップを最小限にする。4Fr ~ 7Fr がある。

3) Guide Wire

Guiding Catheter を冠動脈入口部まで誘導する。0.032 ~ 0.038inch ( 0.81 ~ 0.97mm )、

#### 4) Guiding Catheter (GC)

冠動脈入口部の位置や角度により、様々のカーブのGCが使用される。PTCA用GWやデバイスを冠動脈入口部まで安全に導入し、デバイスが狭窄部を通過する際には十分なbackup力が要求される。冠動脈入口部(ostium)を傷つけないように、先端が特に柔軟になったものや、放射線マーカーが付いたものがある。また、入口部に狭窄がある場合、冠血流が途絶える(wedge)危険性がある。これを防止するため側孔があらかじめ付いたものや術者が注射針で側孔をあけたGCを使用する。

<Judkins Type> 一般的に、左冠動脈には男性JL4.0、女性JL3.5、右冠動脈にはJR4.0を使用する。

<Amplatz Type> 左冠動脈の入口部が高位の場合や、右冠動脈PCI時にJudkins Typeではbackupが不足している場合などに使用する。

<Kimny Type> TRI時に左右冠動脈の選択が可能。6Frで肉薄であるためbackup力が弱い。Backup力を得るためにGCを冠動脈に深く差し込むテクニック(deep engage)を用いることがある。(図3)

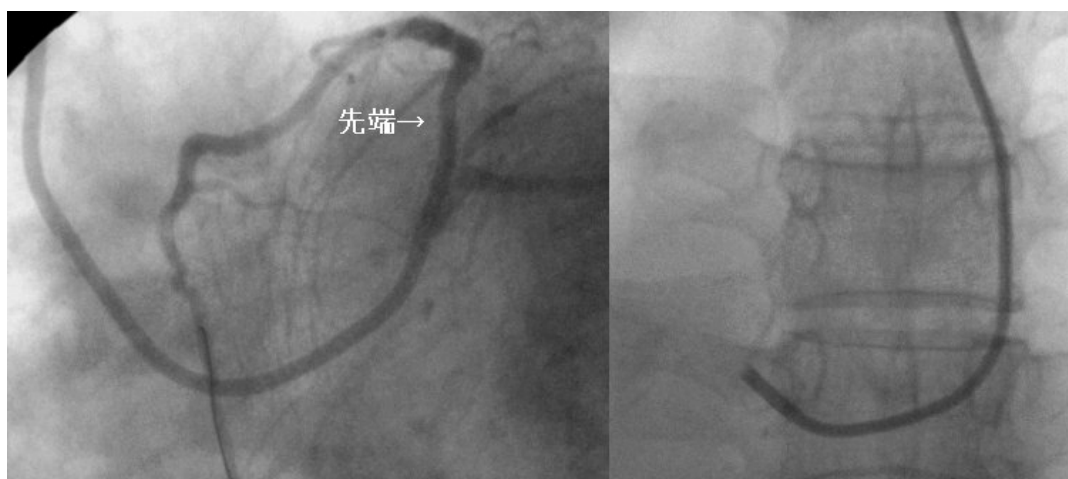


図3 Kimnyによるdeep engage

#### 5) PTCA用Guide Wire (GW)

デバイスを目的病変に誘導するためのGW。通常0.014inchを使用する。先端に行くほど柔らかくなる構造になっており、柔らかい順にSoft、Intermediate、Standard Typeがある。冠動脈の走行に応じて術者が先端にカーブを付けるが、狙った方向にGWを進めるには、先端の形状記憶性と手元と先端の1対1のトルクコントロール性が求められる。手元にトルカーを取り付けることで操作性が向上する。その他特殊なGWとして、

<CTO用GW>

先端が硬く先鋭。貫通能力に優れている。(Conquest)

<Rotablator用GW>

GWの先端が0.014inchでburr内腔(0.010inch)より太くなっており、万が一burrが脱落しても回収できるようになっている。通常のPTCA用GWより長いためPTCRAが終了し、次のデバイスに移行する場合は短く切断して使用する。

<GCやデバイスの入れ替え用GW>

ロングタイプ(exchange)と延長タイプ(extension)がある。

<Distal embolism防止用GW>

BalloonやStent拡張時に粥腫が遠位部に飛び、no flow、slow flowに陥るのを防止する。先端にOcclusion Balloonが付いたもの(図4: Percu Surge)と傘状のfilterが付いたもの(Filter Wire)がある。溜まった粥腫は、陰圧をかけた専用Tube Catheterで吸引する。

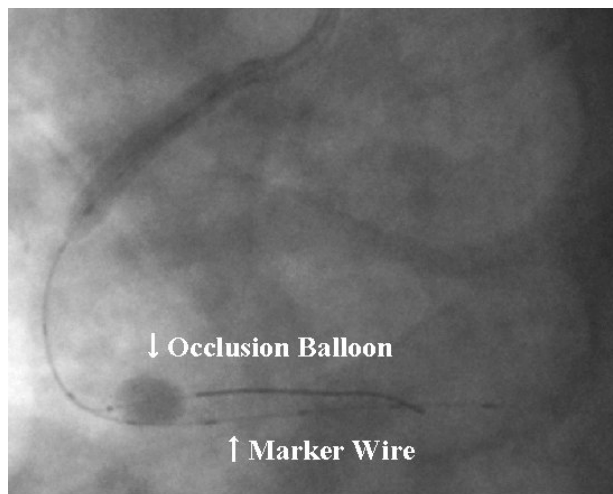


図4 Percu SurgeとMarker Wire



< Marker Wire >

10mm ごと放射線マーカが付いている。

( 図 4 )

6) Y-コネクター ( 図 1 )

GW やデバイスを GC に挿入した状態で、造影、圧測定、薬剤投与などを行なうために、GC へのルートを二つに分けるために使用する。

7) インデフレーター ( 図 5 )

生食で希釈した造影剤を充填しておき 2 ~ 24 気圧で Balloon の加圧、減圧を行なう。加圧時間と圧力を表示し、圧力の単位は “ ATM ” と “ PSI ” の切り替えができる。( 1ATM=14.7PSI )

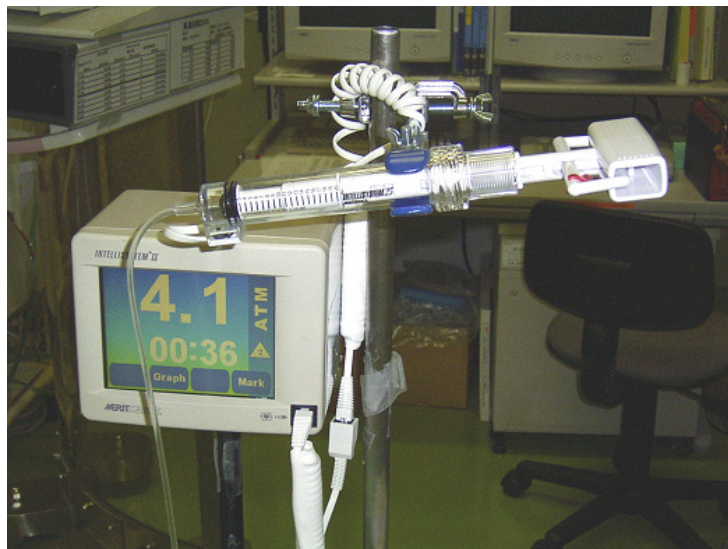


図 5 インデフレーター

【 デバイス 】

1) Balloon

POBA の血管拡張の機序としては、中膜の伸展、亀裂、解離が主なものである。長さ 10 ~ 40mm、径 1.25 ~ 5mm 組み合わせで目的に合わせて選択する。材質、コーティング、細部の加工技術の違いで様々な特性を有している。構造上 3 種類に分けられる。( 図 6 )

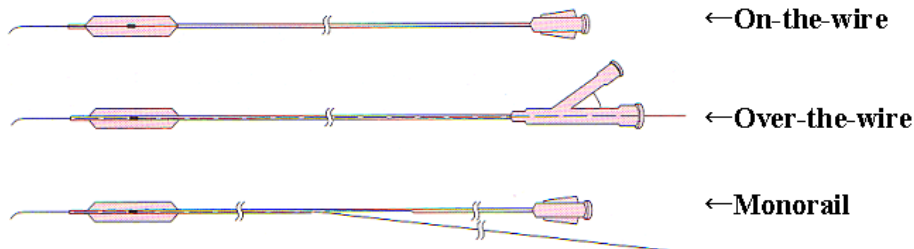


図 6 Balloon Catheter

< On-the-wire ( fixed wire ) >

GW が先端に固定されている。

< Over-the-wire >

Balloon 全長にわたり GW ルーメンと拡張用ルーメンがある。

< Monorail >

GW ルーメンが先端の 10 ~ 20cm のみ空いており、入れ替え用 GW を必要とせず、Balloon の交換が速やかに行なえる。近年の Balloon は、ほとんどこのタイプである。

材質と加圧の関係から 3 種類に分けられる。

< Compliant >

加圧に伴い径も大きくなっていく。

< Non- Compliant >

加圧し続けても殆ど径が変わらない。

< Semi- Compliant >

その中間のもので、近年の Balloon はこれにあたる。Nominal size から約 0.3mm 径が拡大する。

その他用途により

< Cutting Balloon >

Balloon 拡張時に 3 枚のプレートが突出し、粥腫に割を入れながら拡張する。Stent 内再狭窄や分岐部病変に使用される。( 図 7 )

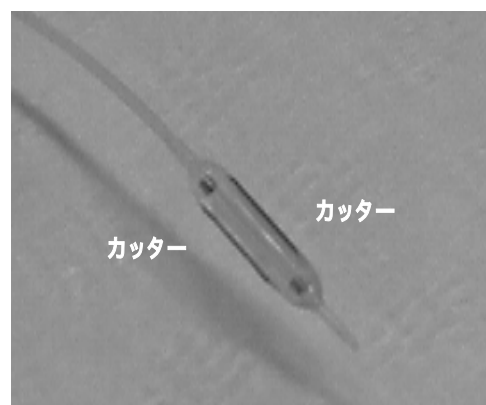


図 7 Cutting Balloon

< Auto Perfusion Balloon >

Balloon 拡張中に GW を抜くと、近位部の側孔から血液が流入し、遠位部の側孔及び先端から流出する。長時間拡張が可能になる。( 図 8 )

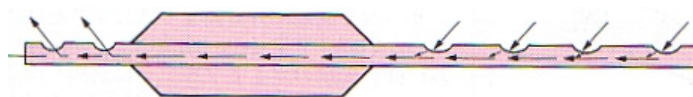


図 8 Auto Perfusion Balloon

< High Pressure Balloon >

20 気圧以上の耐圧を有している。

< Tapered Balloon >

近位部から遠位部にかけて先細りになっている。( 図 9 : Malvina ) Balloon 拡張時のへこみ ( indentation ) の有無より病変の硬さを知ることができる。また、Balloon に付いたマーカーにより Stent の長さを決定する指標にもなる。分岐部病変に対して 2 本の Balloon を同時拡張する方法 KBT ( Kissing Balloon Technique ) という ( 図 10 )。

2) DCA ( 図 11 )

Balloon の対側に円筒状のカッターが露出する窓が開いている。Balloon を低圧で拡張後カッターを約 2,500rpm で回転し病変を削り、先端のノーズコーンに収納し回収する。8Fr にて施行可能で、しかもカッターの材質がチタン性になったことでより硬い病変にも対応できるようになっている ( Flexi-Cut )。DCA の適合病変は石灰化及び屈曲が少ない病変長が 20mm 以内でかつ血管径が 2.5mm 以上高度な偏心性病変潰瘍やフラップ形成病変入口部病変に対し指向性があるので、DCA 施行前に IVUS ( Intra-Vascular Ultra Sound ) で削る方向を確認することが多い。

3) PTCRA ( 図 12 )

システムは Roter Wire、1.25 ~ 2.5mm の各 size の Burr、回転数コントローラーと回転数を表示するコンソールボックス、窒素ガスボンベから構成される。微小のダイヤモンド粒子でコーティングされた先端チップが、150,000 ~ 190,000rpm で高速回転することで粥腫を粉砕する。粉砕された粥腫は赤血球の半分以下になり、末梢塞栓を起こさないとされているが、実際には no flow、slow flow を引き起こし薬物 ( NSP、ジピリダモールなど ) の注入を余儀なくされることがある。

differential cutting の原理で弾性のある組織 ( 正常な動脈壁や血栓性病変 ) は削られず損傷を受けにくい。従って、石灰化を伴う硬い病変に適合している。経時的に表示される回転数の低下をチェックしながら、Burr を細かく往復させながら粥腫の切除を行なう。また右冠動脈の場合は不整脈を誘発する危険性があるためペーシングの準備をしておく必要がある。

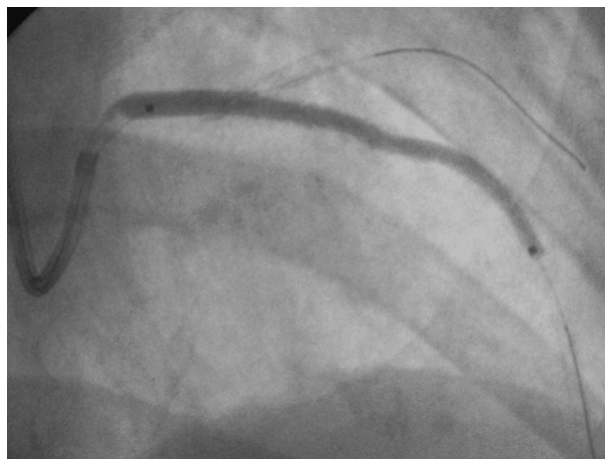


図 9 Malvina

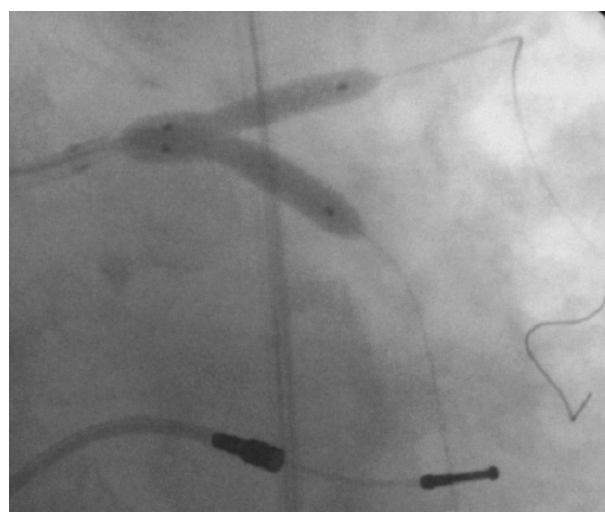


図 10 KBT

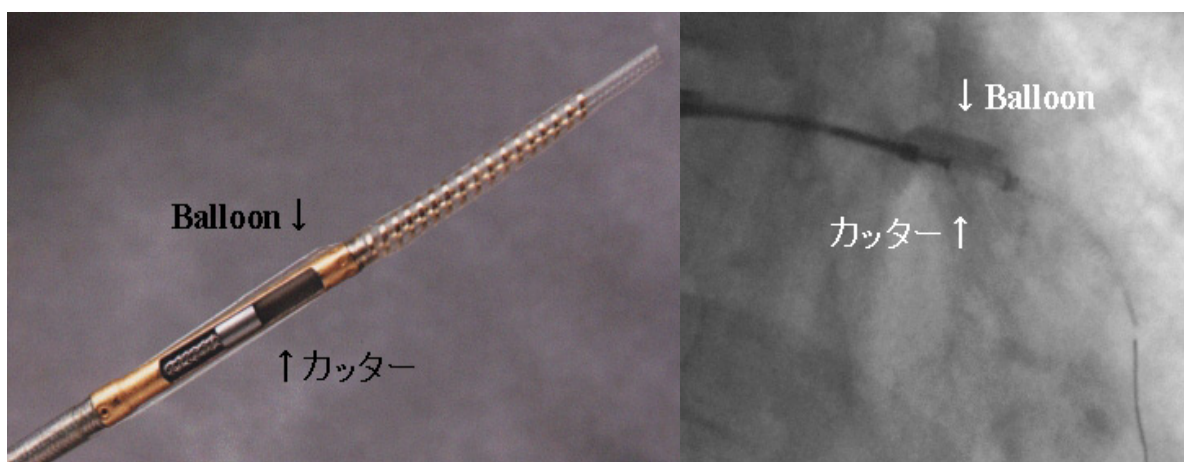


図 11 DCA



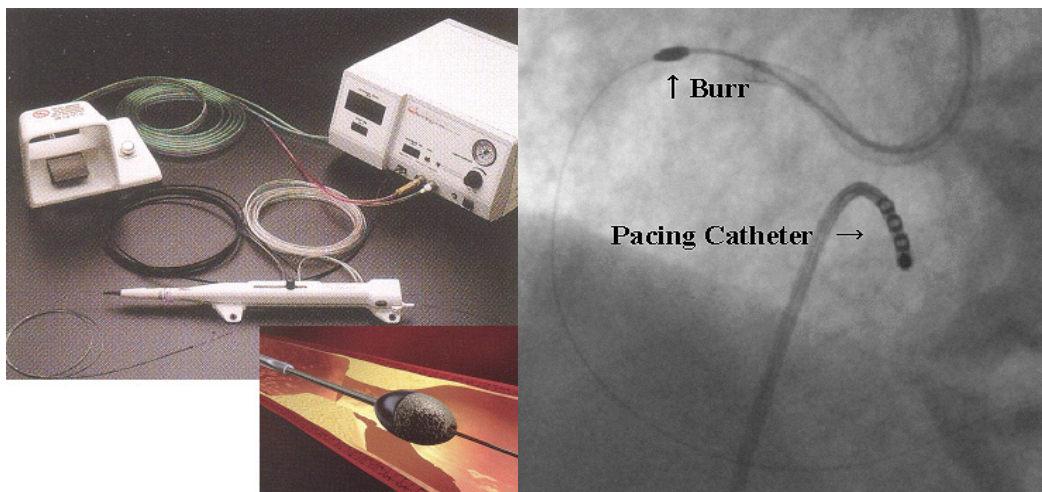


図 12 Rotablator

4) Laser ( 図 13 )

レーザー発生器から光ファイバーを通じてレーザーを照射し粥腫を焼灼させるが、同時に血液成分も焼灼されないように生理食塩水を注入しながら行なう。照射条件は、レーザーパルスの送出速度(pulse/sec)と密度(mJ/mm<sup>2</sup>)で決定される。また、照射到達距離は約0.5mmで照射時間は一回当たり10secまでである。従って、一回当たり5mmづつ低速前進を繰り返し焼灼していくことになる。Excimer Laser Catheterには、光ファイバーの配置が求心性のもの(Concentric type)と、偏心性のもの(Eccentric type)がある。後者はCatheterを回転することにより先端径の約1.5倍の血管まで焼灼することができる。

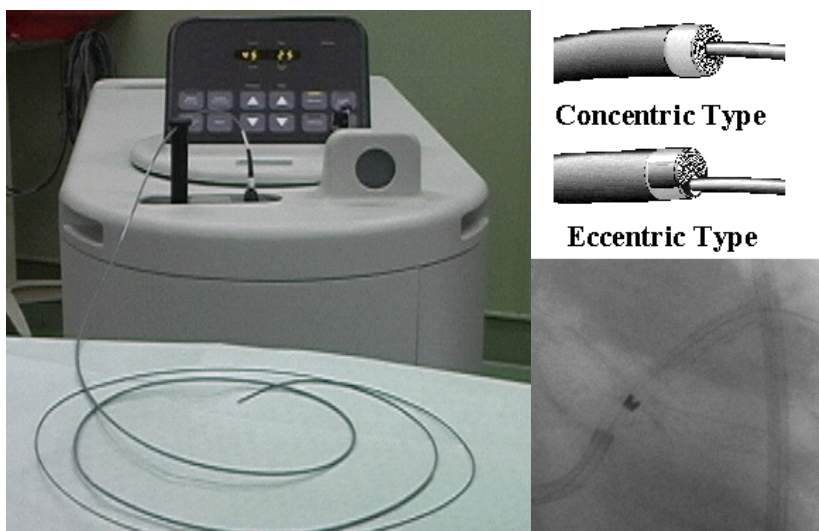


図 13 Excimer Laser

Concentric typeには0.9mmと1.4mmが、Eccentric typeには1.7mmと2.0mmが用意されている。石灰化の強くない細い血管や慢性の再狭窄病変が対象となる。レーザー照射中は、その旨を知らせる看板の掲示と、レーザーから目を守るため専用のメガネの着用を義務づけている。

5) Aspiration Catheter ( 図 14 : Thrombuster )

急性心筋梗塞時の血栓やCABGのSVGグラフト内の血栓吸入に用いられている。

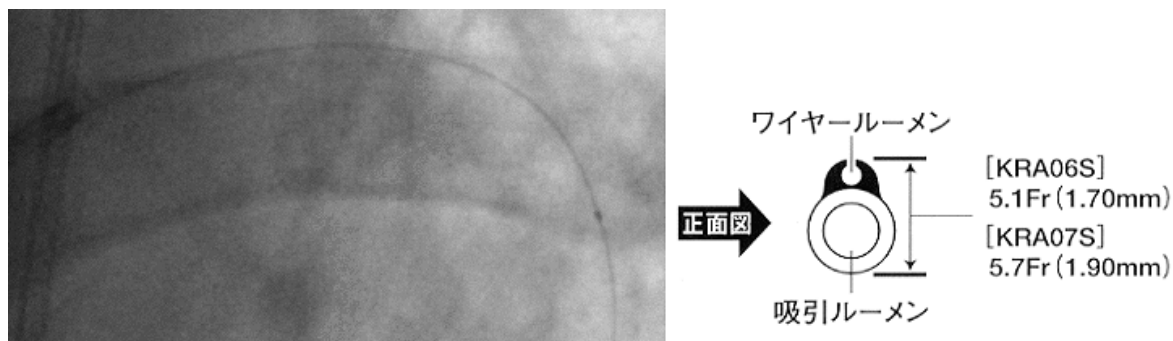


図 14 Thrombuster

6) Stent (図 15)

拡張した病変部位を支える (scaffold) ことによりより大きな内腔を得ることができる。製造の方法により

< Tube Type >

金属の筒をレーザーでカットし加工する。血管保持性が高いとされている。 NIR-ELITE、Multi-Link-TRISTAR 等

< Coil Type >

金属フィラメントを折り曲げて形成し柔軟で血管追従性に富むとされ分岐、曲病変に適している。

Stent-KBT 時には、Coil Type が用いられる。 S660、S670 等

その他、Balloon による拡張を必要としない自己拡張型 (Wallstent、Radius) がある。これは、Stent が収まった鞘を抜くことで拡張が始まる。SVG グラフトにしばしば適用される。(図 16) 材質には、X線で見にくい stainless steel のものと、よく見える tantalum のものがあり、どちらも MRI 検査実施可能である。留置のテクニックとしては、分岐病変にズボン状に留置する Y-stent 法や Balloon による前拡張をしない Direct-stent 法などがある。急性冠閉塞の回避 (bailout)、解離形成時の修復、慢性期の再狭窄予防のためにと Stent 留置の適用は幅広い。現在では、Stent 内再狭窄 (ISR: In-Stent Restenosis) への対応が検討されている。次世代の Stent として、薬物をコーティングした薬物溶出 Stent (Drug Stent) が注目されており、再狭窄率 10%以下と言われている。

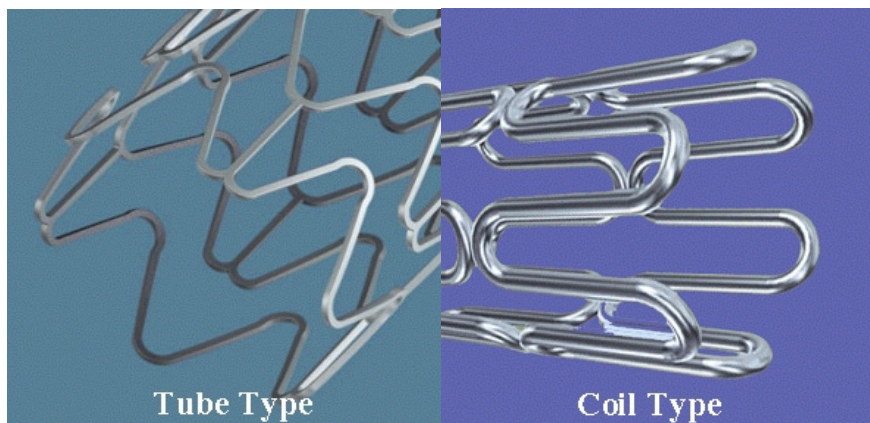


図 15 STENT

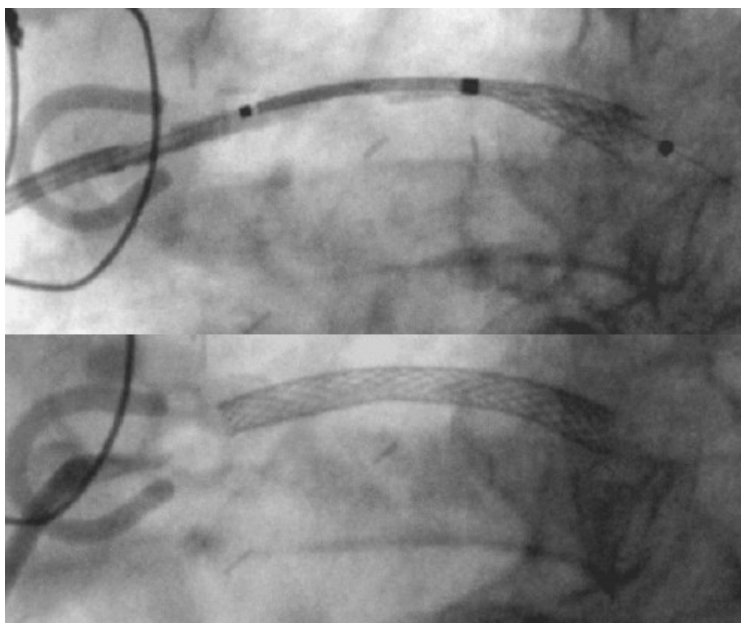


図 16 Wallstent

【 その他の PCI を行なう上で必要となる特殊な Catheter 】

< 多孔 Infusion Catheter >

冠動脈内に治療用薬剤を注入するための Catheter (Lumine)

< Tube Catheter >

1 ルーメンの柔らかい Micro Catheter。冠動脈深く先行させておき GW を安全に通過または交換することができる。( Excelsior )

< Multifunctional Probing Catheter >

Monorail と Over-the-wire の 2 つの GW ルーメンがあり、側枝の選択時に有効である。(図 17)

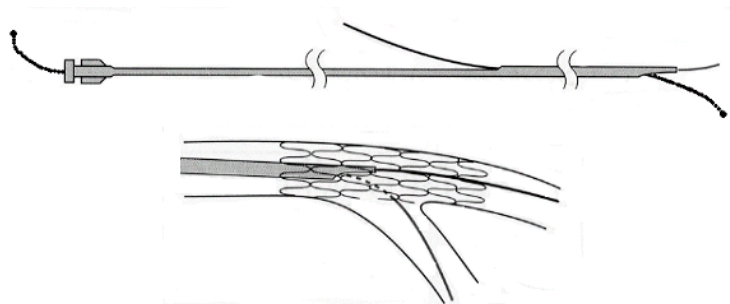


図 17 Multifunctional Probing Catheter

**【 おわりに 】**

PCIに接する身として知っておきたい使用器具やデバイスの基礎的な事を、臨床で使われる単語を交えて簡単に説明した。当院で現在使用している器具の商品名(文中下線)も記載したが、デバイスは日々改良されており、また新しい特徴や役割を有したものが今後も次々に出てくる。その特徴を熟知し、どの商品の器具やデバイスを選択するかもPCI技術の一つと言える。

PCIはカテ室の中で、安全にかつ、良好に病変を拡張することがまず必要とされるが、最終的な目標は患者さんの予後を長期的に改善することである。長期的な治療成績を解析するためには、治療部位の狭窄度を客観的に評価するQCAを正確に行なう必要がある。また、諸指標のデータベース化も重要であり、これらの面で放射線技師が積極的に関与する余地が多いにある。また、最近PCI時の放射線皮膚障害が問題になっており、被曝低減と良好な画質の両立にも努力しなければならない。

**【 参考文献 】**

『PTCAテクニック』第1版、第2版-----光藤 和明著(医学書院)