

経皮的冠動脈インターベンション(PCI)とはどんな治療法か

1.はじめに

心臓は、1分間に4~5リットルもの血液を全身に送り出すポンプの役目を果たすことで、全身の臓器を養っている臓器です。全体が筋肉でできていて、大きさは握りこぶし大です。

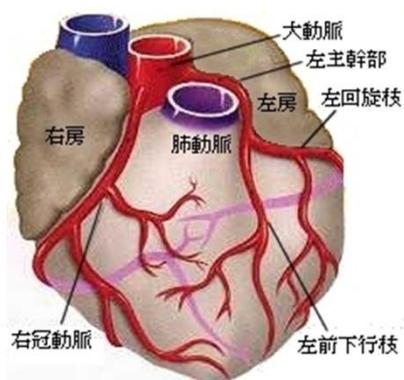


図1:冠動脈の分布

大きく3本から構成されています。それぞれ、a. 左前下行枝（心臓前面）、b. 左回旋枝（心臓後側面）、c. 右冠動脈（心臓下面）と呼んでいて、a、bを総称して左冠動脈と呼びます(図1)。

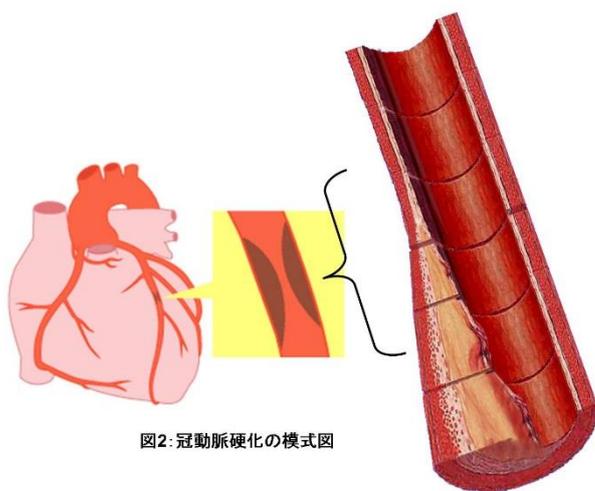


図2:冠動脈硬化の模式図

心臓が、この全身の臓器を養うという役目を果たしていくために、心臓自体に酸素や栄養を送っているのが、冠(状)動脈という、太さが2~4mmの血管で、心臓の表面を冠(かんむり)のような形で覆っています。冠動脈は

虚血性心疾患とは、冠動脈が動脈硬化によって狭くなったり(狭窄)、つまったり(閉塞)することで(図2)、冠動脈の血流障害が起こり、心臓の筋肉(心筋)への酸素や栄養の供給が不足したり絶たれたりした状態であり、狭心症や心筋梗塞がそれにあたります。

狭心症は、冠動脈の狭窄により十分な酸素や栄養が運ばれない状態であり、症状として、胸の痛み・締め付け感（主に運動時に起こり、休むと楽になる）や、時に顎や奥歯が浮くような感じや、肩～腕の痛みなどを自覚することになります。複数の冠動脈の狭窄や、根元に近いところでの狭窄では、心臓の働きが著しく低下するため、運動能力が低下し、呼吸困難などを自覚することがあります。

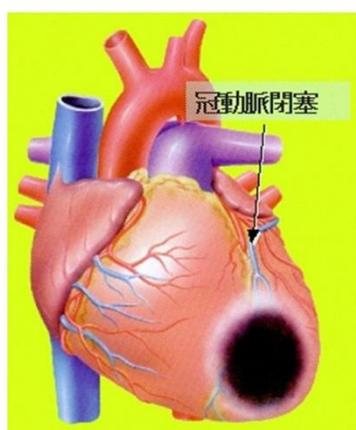


図3: 急性心筋梗塞

急性心筋梗塞は、冠動脈の動脈硬化巣が破裂し、血栓などで冠動脈が突然に閉塞し、心筋の壊死（腐ること）が起こる状態です。症状としては、激しく、耐え難い胸の痛みや締め付け感

が知られ、重症例では不整脈による心停止や心破裂により突然死することがあります。このため、急性心筋梗塞を放置すると 30%程度の死亡率があり、適切な治療が行われることで死亡率を 10%程度に低下させることができます。この狭心症・心筋梗塞の治療を、冠動脈バイパス術と違い、開胸しないでカテーテルで行う直達治療法として開発され、普及してきたのが、経皮的冠動脈インターベンション(PCI)という治療法です。

PCIは治療器具の改良や術者の知識と経験の蓄積により、今や虚血性心疾患治療の中心となっています。PCIは、カテーテル検査に準じた形で行える治療で、

冠動脈の入口にカテーテルを挿入したのち、細い、髪の毛くらいの太さの、先端が柔らかく施されたガイドワイヤーという針金を狭窄部に通し、これをレ

ールとして、以下に挙げるいろいろな治療器具を血管内へ到達させ、それらを駆使することで治療を行っていきます。

以下、それぞれの治療法（治療用器具）について個別に説明しますが、どの治療器具を選択するかについては、個々の患者さんや病変によって検討を行っております。

2.治療の内容

風船治療(Plain Old Balloon Angioplasty: POBA)

狭窄部を風船で拡張することで、血管を拡張します。今までの多くの臨床研究の結果、風船治療の有効性と安全性は確立されています。

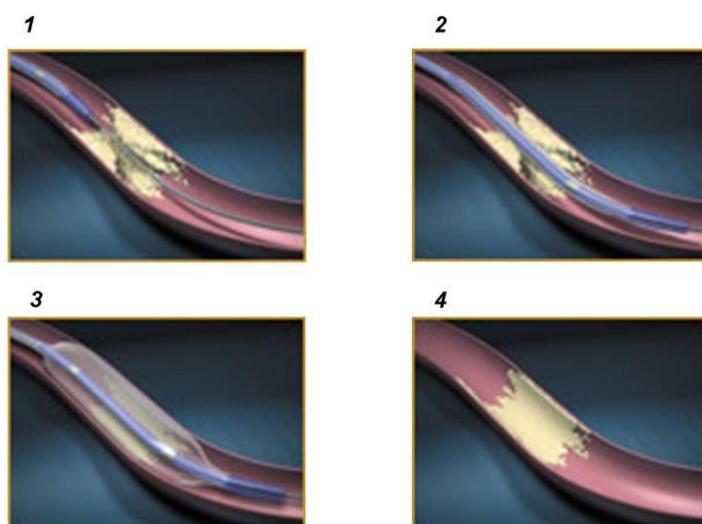


図4: 風船治療(POBA)の流れ

バルーンによる拡張の機序は、血管に亀裂を生じさせ、血管を伸展させるというものです。血管に裂け目（解離）が生じさ

せることにより急性冠閉塞の原因となることがあります。これは、血管の裂け目に血栓が形成され、血管が急に詰まってしまうことで、2~5%の発生率があります。

また、拡張した病変が数ヶ月後にまた狭くなったり、閉塞したりすることがあり、これを再狭窄と言います。その原因としては、上げたはずの血管がゴム

のように縮まる弾性収縮（血管の壁には弾性線維や平滑筋という筋肉が存在するため）、血管の亀裂を修復するための生体側の生理的な反応としての内膜増殖、さらに血管そのものが縮むように形状を変えてしまう現象（陰性再構築）などが挙げられます。風船治療の場合 30~50%の可能性があります。さらに、風船治療単独では、たとえば動脈硬化の中でも非常に硬い病変を治療する場合、どんなに風船を高い圧で拡張させても血管が開大しない拡張不良という問題があります。

冠動脈内ステント



図5:ステント植え込みの流れ

ステントとは、血管内に植え込むことで血管を裏支えし、風船治療単独では拡張不良な病変を広げたり、風船によって生じた血管壁の亀裂を修復したりするために

用いられる、円筒形の金属コイルです。

冠動脈治療を要する患者様の初回治療法として、ステント治療の PCI に占める割合は、世界的に 60~70%、わが国では 80%程度といわれています。ステントを用いることで再狭窄の可能性を 10~30%程度にまで減少させることができます。

しかし、ステント内に血栓が形成されることで生じる急性冠閉塞（ステント血栓症）の合併があり、これを予防するため、抗血小板薬を服用することが必要です。現在、アスピリン（バイアスピリン®、バファリン®）、チクロピジン（パナルジン®）、シロスタゾール（プレタール®）、塩酸サルポグレラート（アンプラーグ®）、クロピドグレル(プラビックス®)などの薬を最短で 4 週間程度服用することで、その予防を行っています。

薬剤溶出性ステント (Drug-Eluting Stent: DES)

ステントに細胞増殖抑制作用を持つ薬を塗布した、いわゆる薬剤溶出性ステント(Drug-Eluting Stent: DES)の導入により、さらに再狭窄は減少しました。その極めて優れた再狭窄予防効果のため、本ステントを用いた治療の全 PCI に占める割合は、現在 EU 諸国では約 60%、米国では 90%近くを占めています。

当院での薬剤溶出性ステントの再狭窄率は 7%であり、これによる再治療率は 3%と、良好な成績です。このように、虚血性心疾患患者さんに大きな恩恵をもたらすことが期待されている薬剤溶出性ステントですが、本器具を用いるにも問題点があります。薬剤溶出性ステントは、新生内膜の増殖を抑制するため、従来のステントにくらべ、ステント血栓症を予防するための抗血小板薬を、より長期に内服する必要があります。

冠動脈アテローム切除術 (Coronary Atherectomy)

バルーン拡張やステント植え込み術の有効性、安全性を高める補助的な治療法として、冠動脈アテローム切除術があり、方向性冠動脈アテレクトミー (Directional Coronary Atherectomy: DCA) と高速回転式冠動脈アテレクトミー (Rotational Coronary Atherectomy: ロタブレーター®) の 2 つがあります。

DCA

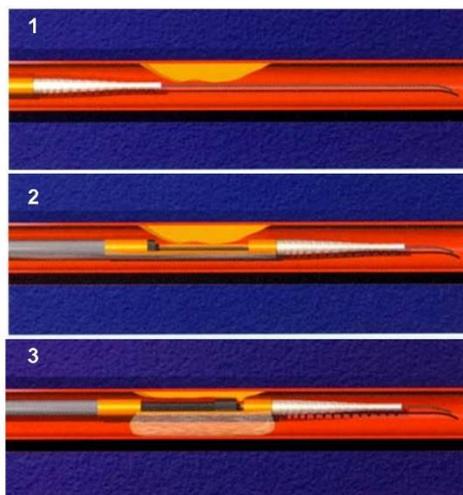


図6: 方向性冠動脈アテレクトミー (DCA)

モーターで駆動する小さなカッターの付いたカテーテルで、選択的にアテローム（粥腫）を切除し、先端部分に収納して体外に取り出します。主に、冠動脈の根元

に近いところにある病変で、重要な他の枝を保護する必要のあるときなどに用いられることがあります。

ロタブレーター®

透析患者さんや高血圧を長期に患っておられる方などは、冠動脈が石灰化しやすく、血管壁が石のように硬くなって、バルーンやステントの拡張不良が生じたり、目的とする病変の手前にこのような硬い部分が存在することにより、ステントが病変に到達できなかつたりすることがあります。

ロタブレーターはダイヤモンド・チップが付着されたラグビーボール状の高速回転ヘッドが付いたカテーテルで、石灰化の強い、硬いアテロームを微粒子状に粉砕し狭窄部を拡大する治療法です。微粒子状に粉砕された組織は、血球成分よりも小さくなるため、粉砕された組織によって血管が詰まる心配はありません。この先端部分は正常血管壁には損傷を与えず硬い病変部のみを削るようにできています。

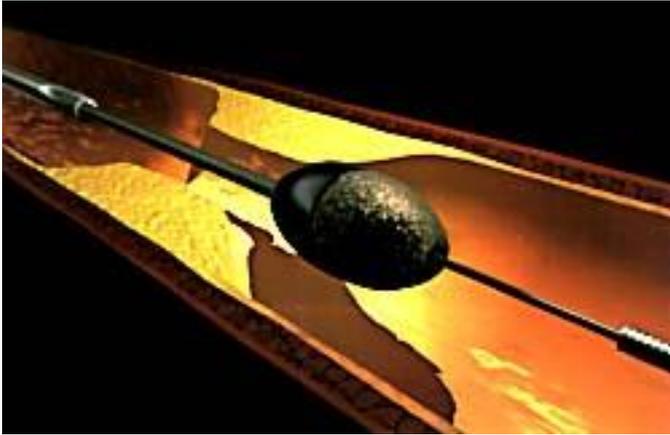


図7：ロタブレーター

冠動脈内超音波:IVUS (Intra-Vascular UltraSound)

冠動脈造影は、いわば造影剤によって血液の通り道（血管の内腔）を影絵のように映し出すものであるため、冠動脈の壁の情報がほとんど得られません。IVUSは冠動脈内に挿入した微細な超音波観察装置によって冠動脈内から病変の様子を観察するための装置です。当院では、適切なステントのサイズ（太さ／長さ）を選択する、上述のアテレクトミーを行う際のアテロームの血管壁での分布や量を確認する、あるいはステント植え込み後のステントの拡張状況や血管壁の解離の有無を確認するなどの目的に積極的にIVUSを用いています。

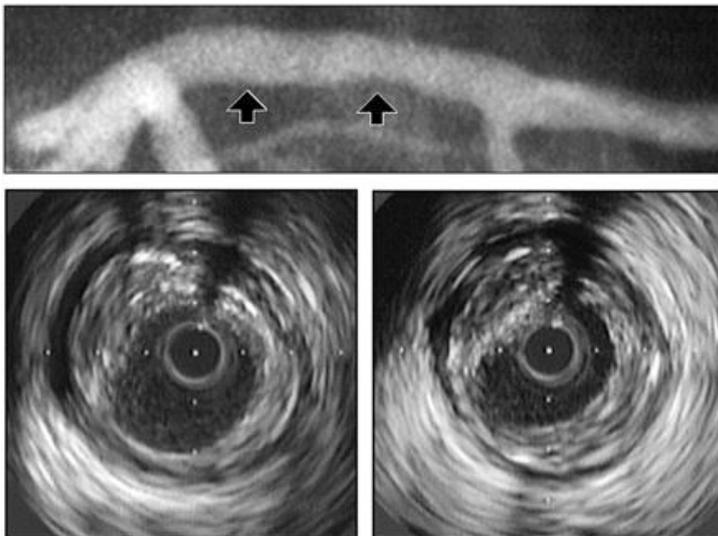


図8 血管内超音波所見の一例（Nissen ら. *Circulation* 2001）

PCIのアプローチ部位

カテーテルの挿入部位は、主に3カ所あり、それは脚の付け根の動脈(=大腿動脈)、肘の部分の動脈(=肘動脈)、そして手首の動脈(=橈骨動脈)です。この3カ所の中で大腿動脈と橈骨動脈が良く用いられます。当院では、下肢の血行不良がなければ、原則として大腿動脈からアプローチしています。その理由として、手技成功率が高い、上肢からではあまり太いカテーテルは挿入できず、使用できる治療器具に制約があること、有効な止血器具が開発され、出血性合併症が問題にならなくなったこと、後述する術中合併症に即時に対処できることが挙げられます。

3. PCI後の注意事項

退院後、翌日からは激しい肉体労働でない限り、いつもの仕事をする事が許可されます。ただし、激しい運動は4週間ぐらい避けるようにして下さい。最初の4週間くらいは、過度な脱水に注意してください(心機能の悪い方は、水分摂取量などで具体的な指導が担当医からありますので、それに従ってください)。上記の通り、PCI後の再狭窄率は、風船治療単独では30~50%、従来のステントでは10~30%、薬剤溶出性ステントでは10%未満です。当科では、それぞれの治療に応じて3~10ヶ月後に、再狭窄の有無を調べる目的で、心臓カテーテル検査を行っています。検査入院の期間は、その際に再狭窄や新たな病変がなければ、1泊2日~2泊3日の入院となります。

ステント植え込後の抗血小板薬は、アスピリン(バイアスピリン®、バファリン®)のほかに、チクロピジン(パナルジン®)というお薬を、従来のステントであれば約1ヶ月、薬剤溶出性ステントであれば、約3~12ヶ月間服用し、ステント血栓症を予防する必要があります。アスピリンは心筋梗塞や脳梗塞などの血管疾患の1次・2次予防の効果が証明されており、出血性の他疾患の合併など

がなければ、生涯服用を継続することが推奨されています。パナルジンに関しては、稀ですが肝障害や顆粒球（白血球数のうち、私たちの体に最も多く侵入してくる細菌との戦闘を専門にしている細胞）の減少という副作用が存在し、内服開始後約 8 週間は、血液検査を定期的に行い、副作用の有無を確かめる必要があります。副作用が発生し、中止が妥当と判断された場合は、シロスタゾール（プレタール®）やクロピドグレル（プラビックス®）などの代替薬剤への変更を検討します。

PCI は、ある時点での動脈硬化による血管の狭窄部や閉塞部を拡張して、血流を回復する治療ですが、治療部位以外での、将来的な、新たな動脈硬化性病変の発生を予防する治療ではありません。虚血性心疾患にかぎらず、脳梗塞などの血管疾患の発生防止には、その予防が大切ですので、高血圧、糖尿病、高コレステロール血症、肥満、喫煙などの動脈硬化促進因子をお持ちの方では、その克服が肝要です。

4. PCI に伴う併発症とその発生率、及び発生時の対応について

医療技術の進歩に伴い PCI の安全性は飛躍的に向上しました。しかし、PCI は動脈内にカテーテルを通して行う侵襲的検査であり、現在においても治療に伴う危険性を完全に無くすことは出来ていません。潜在的に下記にあげるような併発症が発生する可能性があります。重篤な（死亡、あるいは重篤な後遺症を生じる）併発症の発生頻度は 0.1~1%です。

急性心筋梗塞：風船やステント拡張後に、動脈硬化巣から血栓やコレステロールが血管の先に飛んで血流が停滞することにより発生したり、本来の病変の近傍から分岐する枝が閉塞するなどにより、心筋傷害を招くことがあります。また、術後に治療した血管が急に血栓で閉塞すること（急性冠閉塞・ステント血

栓症)もあり、これも心筋梗塞の原因となることがあります。病態によっては緊急バイパス手術が必要となる場合があります。

脳梗塞：病的な動脈壁から遊離した血栓やコレステロールなどが脳血管で塞栓症を来したり、もともと脳血管に病変があり検査中の血圧変動などが原因で閉塞することがあります。結果的に麻痺や意識障害などの後遺症を残す可能性もあります。

その他の塞栓症：脳梗塞発症と同様の機序にて、腸の動脈、下肢の動脈等に塞栓症を生じることがあります。また、非常に希ですが、特殊な動脈塞栓症としてコレステロール塞栓症があります。主に腹部大動脈からコレステロールを多く含む動脈硬化からのプラークが腸や下肢の動脈に塞栓することにより生じます。

腎機能障害：PCI時に使用する造影剤は腎臓から排出されますのでこれにより腎障害が生じたり、血栓やコレステロールでの塞栓症でも障害されます。高度な障害では透析治療が必要となることがあります。

出血：カテーテル挿入部の皮下出血から血管穿孔による血腫形成など輸血や外科的修復を要する重篤なものもあります。

感染：体内に異物（カテーテル）を挿入しますので、それに伴い感染が生じる可能性があります。必要に応じて抗生剤投与を行います。

末梢動脈障害：カテーテル挿入部での動脈損傷（血管壁解離、仮性瘤形成、動静脈瘻など）や、カテーテルによる血管損傷や塞栓で生じる動脈狭窄や閉塞があります。血管外科的な修復が必要となる場合もあります。

造影剤・薬剤ショック：造影剤や治療に必要な薬剤（止血剤、抗生物質など）が体に合わないためのアレルギー反応で、軽いものは皮膚の発赤、蕁麻疹から、希ですが高度なものでは気管支喘息やショック状態に至ることもあります。

不整脈：カテーテルによる心臓に対する機械的刺激、風船やステント拡張に伴う、一過性の心筋虚血、あるいは薬剤による化学的刺激等にて、一過性の不整脈を発生することがあります。しかし、希に電氣的除細動（カウンターショック）を要する頻拍性不整脈（心室細動、心室頻拍）や、一時的なペースメーカー治療を要する徐脈性不整脈（房室ブロック、洞停止）が発生することがあります。

心タンポナーデ：ガイドワイヤーやDCAのカッター、あるいはロタブレーターが冠動脈を貫いたり、狭窄部を風船やステントで拡張した後に冠動脈が破裂し心嚢内に出血した場合、急激な血圧低下（ショック）を来すことがあり、心嚢穿刺や緊急手術が必要となる場合があります。

末梢神経障害：カテーテル挿入時に動脈と並走する末梢神経を傷つけ、痛みやしびれが残存してしまうことがあります。特に、肘の動脈からカテーテルを挿入する場合に生じる可能性があります。

気胸：静脈へのカテーテル挿入を鎖骨下静脈や内頸静脈から施行した場合、肺の一部を損傷し、そのために肺の空気が胸腔にもれてしまい、肺自体を圧迫する気胸を生じる可能性があります。必要に応じて、胸腔穿刺を施行します。

血行動態の悪化：心機能が悪い場合には、造影剤や点滴の影響、あるいは上記心筋梗塞の発生などにより血圧低下や心不全を発症することがあり、大動脈内バルーン・ポンピング(IABP; Intra-Aortic Balloon Pumping)や経皮的人工心肺補助(PCPS; Percutaneous Cardio-Pulmonary Support)などの補助循環装置を大腿動脈から挿入し、作動させる必要が生じる場合があります。

不測の併発症：その他、不測の併発症が生じる可能性があります。

これら偶発症の発生をできる限り防ぐため、当科では安全を第一として日々
の手技を行っております。

5. 代替可能な治療、及び PCI を行わなかった場合に予想される経過について

PCIにかわる治療としては、薬物療法と冠動脈バイパス手術があります。

薬物療法のみで、物理的な血行再建治療に匹敵する有効性があると判断されるのは、生命予後の良いとされる1枝病変(3本の冠動脈中、1本のみ狭窄や閉塞がある)の場合とされています。この有効性については数年以上にわたり持続するとされていますが、何十年にもわたった、より長期でみた場合の薬物療法単独での有効性は確立されていません。また、左前下行枝の根元に近いところに病変のある例では、薬物療法の有効性は不明です。

冠動脈バイパス術は、1960年代後半に始まり、PCIが今日のように発展するまでは、長らく虚血性心疾患に対する血行再建治療の標準的治療法でありまし

た。現在では、PCI 困難な例（2 枝閉塞し 1 枝狭窄など）や、弁膜症を合併した冠動脈疾患例などでバイパス術をお勧めしています。バイパス術では、1～2% 程度の重大な手術合併症を伴います。

PCI を行わなかった場合は、狭心症発作を予防するため、活動を制限していただく場合があります、また、発作を出にくくするためにお薬をそれだけ多く服用する必要性が生じます。また、不安定狭心症や急性心筋梗塞では、PCI を受けない場合、死亡率や再発率が上昇します。狭心症の場合、2 本以上の冠動脈が侵されている多枝病変例では、障害枝数に比例して突然死を含む死亡率が上昇します。

6.さいごに

医療技術は飛躍的に進歩してまいりましたが、PCI に限らず、完璧な治療法というものは存在せず、あらゆる治療法には、メリットとデメリットが并存します。医師はリスクと便益を勘案して、患者さんへの利益が優ると判断される治療法を提示します。当科の PCI の適応については、大規模な臨床試験の結果だけに準拠することなく、個々の患者さんの状態や環境をも考慮して検討しております。本文書を意思決定の参考としていただければ幸いです。