

## 虚血性心疾患とは

心臓は心筋と呼ばれる筋肉からできています。この心筋が収縮と拡張を繰り返し、全身に血液を送り届けるポンプの役割をしています。心臓は休むことなく収縮と拡張（拍動）を繰り返し、その拍動数（心拍数）は1日に約10万回にも達します。また、ヒトの一生においては、心拍数は約40億回に達するとも言われます。このように心臓が休むことなく働き続けるためには、十分な酸素と栄養が必要となりますが、その酸素と栄養を送り届ける血液は心臓を冠（王冠）に取り巻いて走行する2本の冠（状）動脈によって供給されています（図.1）。1つは左冠（状）動脈（Left coronary artery: LCA）で、もう1つは右冠（状）動脈（Right coronary artery: RCA）です（図.2）。

心臓から出たすぐの大動脈の入り口を大動脈基部といいます。大動脈基部は、大動脈弁、タマネギのような形態のバルサルバ洞とそこから起始する2本の冠動脈により構成されています。左冠動脈は、大動脈弁左冠尖の1~2cm末梢部分から起始し、左前下行枝（Left anterior descending branch: LAD）と左回旋枝（Left circumflex branch: LCX）に分岐し、心臓の約6割を栄養します。右冠動脈は大動脈弁右冠尖のやはり1~2cm末梢部分から起始し、右心房と右心室

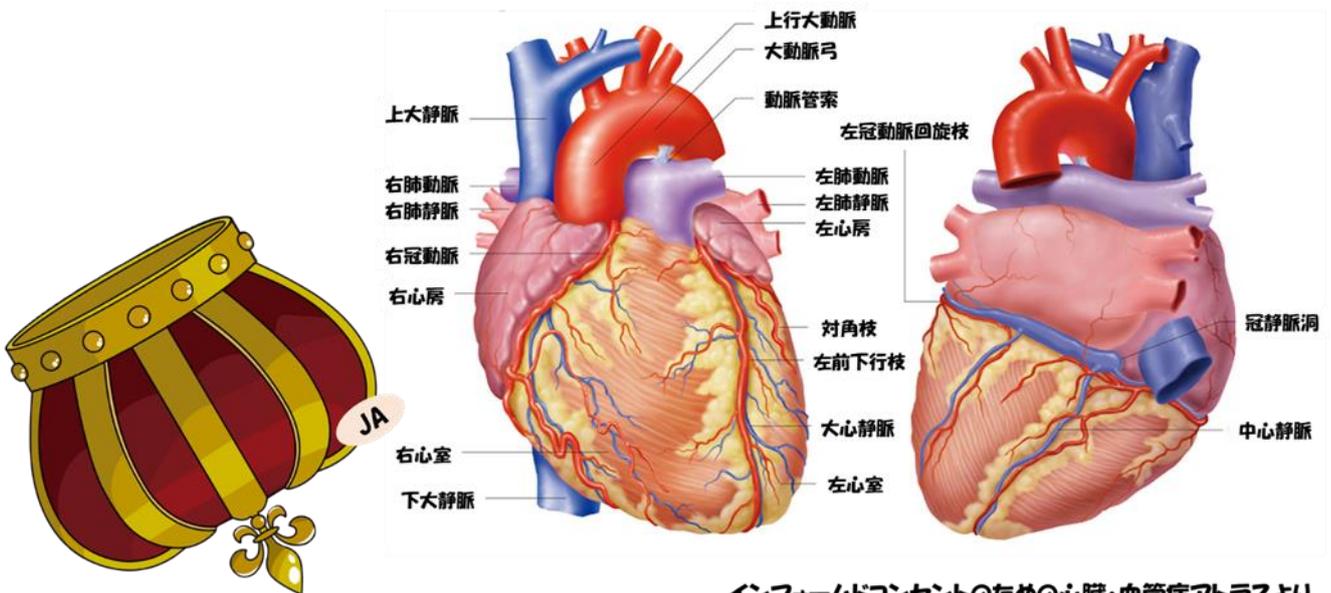
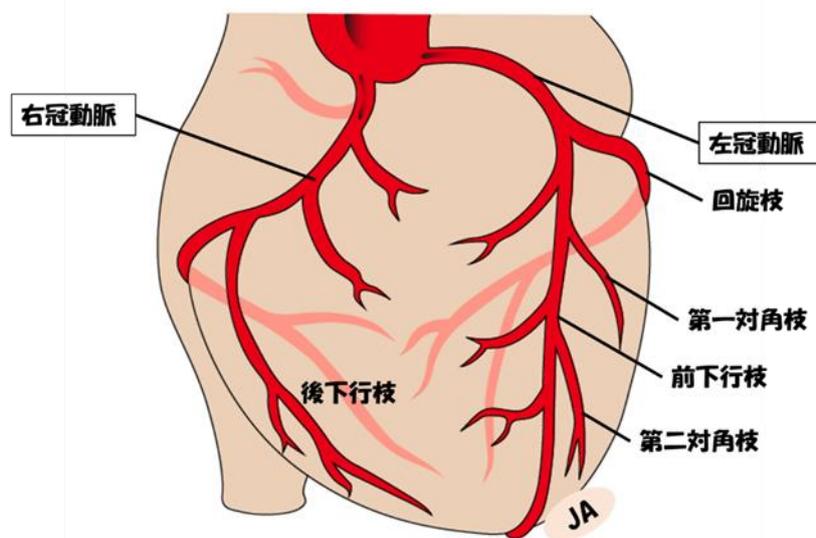


図.1 心臓と冠(状)動脈

の間を前方から後方へ走行します。左右冠動脈の太さ（内径）は5～8mmで、大動脈から拍出される血液量の約5%が冠動脈を通じて心臓に供給されます。左右冠動脈は終末動脈であり、側副血行路はほとんどありません。そのため、動脈硬化などを原因として冠動脈の内腔に狭窄が生じると十分な血液が心筋に供給されず、その結果、酸素や栄養が不足することになります。この状態が狭心症です。また、冠動脈の内腔が完全に閉塞すると心筋は壊死し、命にかかわる事態となります。この状態が心筋梗塞です。狭心症や心筋梗塞といった心筋の虚血を原因として生じる疾患を総称して虚血性心疾患といいます。



**図.2 右冠動脈と左冠動脈**

## I. 虚血性心疾患の原因

虚血性心疾患の主な原因は動脈硬化です。動脈硬化とは、血管壁の内膜にコレステロールなどの脂肪からなる粥腫（アテローム）が沈着して、動脈の柔軟性が失われた状態をいいます。粥腫が次第に肥厚して血管の内腔が狭くなると、心筋に十分な血液を供給できなくなり心筋虚血が生じます。

動脈硬化の原因は未だ不明ですが、動脈硬化を進行させる因子は動脈硬化の危険因子（リスクファクター）といえます。動脈硬化の危険因子には脂質代謝異常、高血圧、糖尿病、喫煙、高尿酸血症、肥満があり、これらの因子は同時に虚血性心疾患の危険因子となります。その他にストレス、運動不足、A型気質（攻撃的で妥協を許さず、せっかちな性格）といった性格上の問題や、加齢、家族歴（遺伝素因）や性別（男性の方が動脈硬化の進行が速い）も危険因子と

なります。

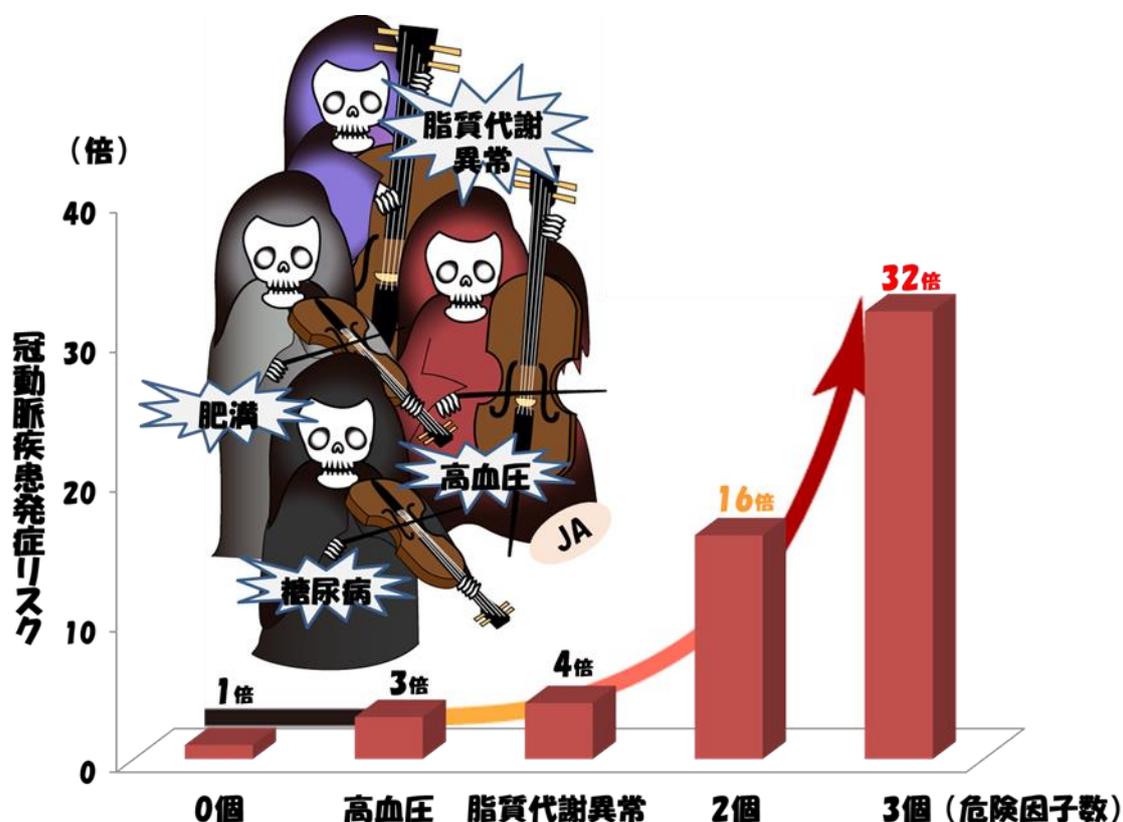


図.3 リスク因子と冠動脈疾患

1989年に米国の医師カプランは、動脈硬化による疾患、特に虚血性心疾患の発症に、①肥満、②糖尿病、③高脂血症（現在は脂質代謝異常）、④高血圧の4つの因子「悪い仲間 (Bad companions)」が大きく関与していることを指摘し、「死の四重奏 (Deadly Quartet)」という言葉を提唱しました。また、米国フラミンガム疫学研究の中で行われた「虚血性心疾患の発症とその危険率の研究」では、危険因子が加わるごとに虚血性心疾患を発症するリスクが急激に上昇することが示されました (図.3)。

タバコはだめですか「百害あって一利なし」

タバコの煙には約4000種類の化学物質が含まれており、健康への影響が指摘されています。タバコが動脈硬化を悪化させることは周知の事実で、虚血性心疾患の重大な危険因子の一つとなります。前述した米国のフラミンガム疫学研

究では喫煙者が虚血性心疾患を発症する危険性は、非喫煙者の2～3倍で、突然死は5～10倍に上ると報告されています。喫煙量が増えるほどその危険率も上昇することはいうまでもなく、他にも癌や呼吸器疾患発生の危険率も上昇します。

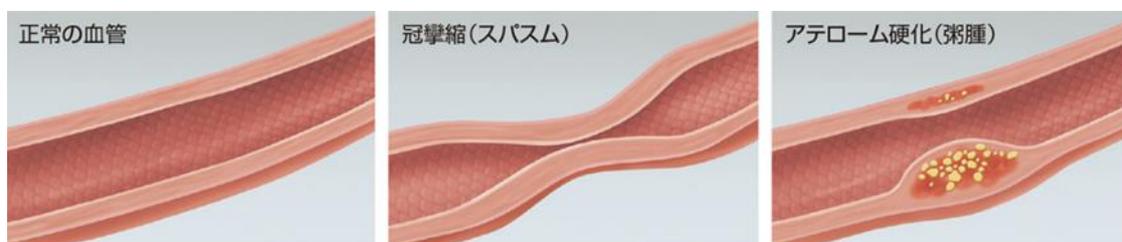
## II. 虚血性心疾患の分類

### A. 重症度による分類

運動負荷（労作）により胸痛（狭心痛ともいい、前胸部の絞めつけられるような痛み）が出現し、安静で症状が軽快するもの（症候群）を狭心症といいます。その病態は軽症から突然死をきたす重症なものまで幅広く、重症度によって以下のように分類されます。

#### 1. 安定狭心症

胸痛が一定の労作で、また、同程度の強度で1ヵ月以上続いているものを安定狭心症といいます。心筋梗塞へ移行する可能性が低い狭心症です（図.4）。



インフォームドコンセントのための心臓・血管病アトラスより

### 図.4 安定狭心症

#### ① 労作性狭心症

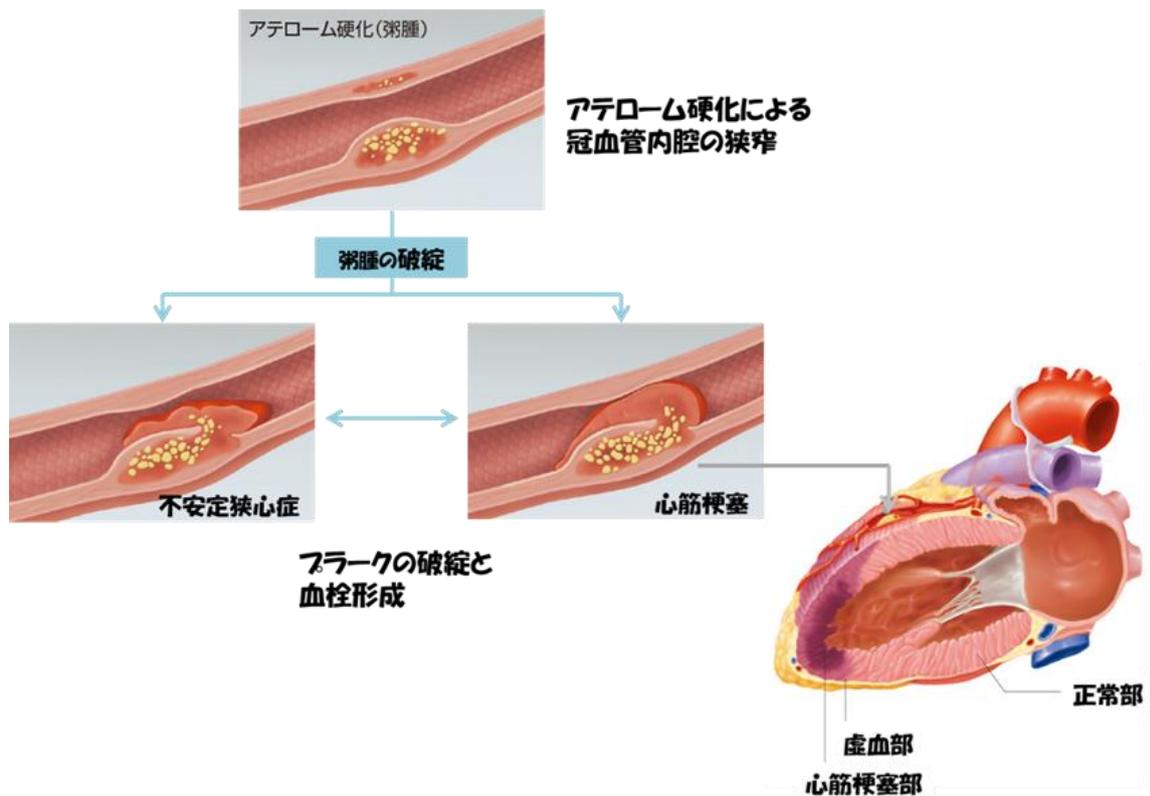
労作時には骨格筋の酸素需要が増加するため、心臓は血液供給量を通常の5～6倍に増加させます。同時に労作時には心筋自体の仕事量も増加し、心筋もより多くの酸素を必要とします。心臓は心筋に対する酸素の供給量を増やすために冠血流を増加させて対応します。しかし、動脈硬化の進行によって冠動脈

内腔に狭窄を生じると冠血流が制限されるため、心筋に十分な酸素が供給できず、胸痛（狭心痛）を生じます。この状態を狭心症といい、労作時に症状が出現するため労作性狭心症といいます。

## ② 冠攣縮性狭心症

冠動脈が攣縮（けいれん）を起こして、急激に縮んでしまうことで、血液の流れが滞るために胸痛が起こります。このような状態を冠攣縮性狭心症といいます。この型の狭心症は早朝に起こることが知られており、安静時にも生じることから異型狭心症ともいわれます。狭心症の約6割に冠動脈の攣縮が関与しているといわれ、突然死の原因になります。日本人は冠動脈の攣縮を原因とする狭心症が欧米人より3倍も多いといわれています。

## 2. 急性冠症候群（ACS: Acute coronary syndrome）



インフォームドコンセントのための心臓・血管病アトラスより

図.5 急性冠症候群

狭心症発作が出現してから短期間（1カ月以内）で、状態が急激に悪化していくもので、不安定狭心症から急性心筋梗塞さらにはそれに合併する心臓突然死までの一連の病態を包括して急性冠症候群といいます（図.5）。

### ① 不安定狭心症

冠動脈の内膜下に脂質からなる粥腫が沈着し、内膜が斑状に肥厚した病変のことをプラークといいます。そこにマクロファージが、遊走して脂質を貪食し、サイトカインを放出します。サイトカインは炎症を惹起し、炎症によりプラークが容易に破綻をきたす状態となります。プラークが破綻すると、その部位に血小板とフィブリンが付着して、そこに赤血球が凝集し血栓が生じます。そのために急激に症状が悪化する状態を不安定狭心症といいます。

### ② 急性心筋梗塞

冠動脈が完全に閉塞し、閉塞部位より末梢の心筋が壊死を生じた状態をいいます。壊死を生じた心筋は収縮能を失い、そのために心機能は低下し、心不全（虚血性心不全）となります。また、不整脈を引き起こし、突然死の原因になります。多くの場合、症状は狭心症より重篤であり、ニトログリセリンも無効です。よって、一刻も早く対処する必要がある状態です。糖尿病患者では症状がない場合もあり（無痛性心筋梗塞）、心不全を生じて初めて心筋梗塞と診断されます。

## B. 冠動脈の部位による分類

1975年にアメリカ心臓協会（American Heart Association: AHA）から冠動脈のどの部位に狭窄あるいは閉塞があるかを示すための分類が報告されました。よく循環器内科の先生が、「昨日の狭心症の患者さん、7番の冠動脈に95%の狭窄があったんだ。」と話しているのを聞くことがあります。では、7番とは冠動脈のどの部分を表すのでしょうか。これから解説したいと思います。

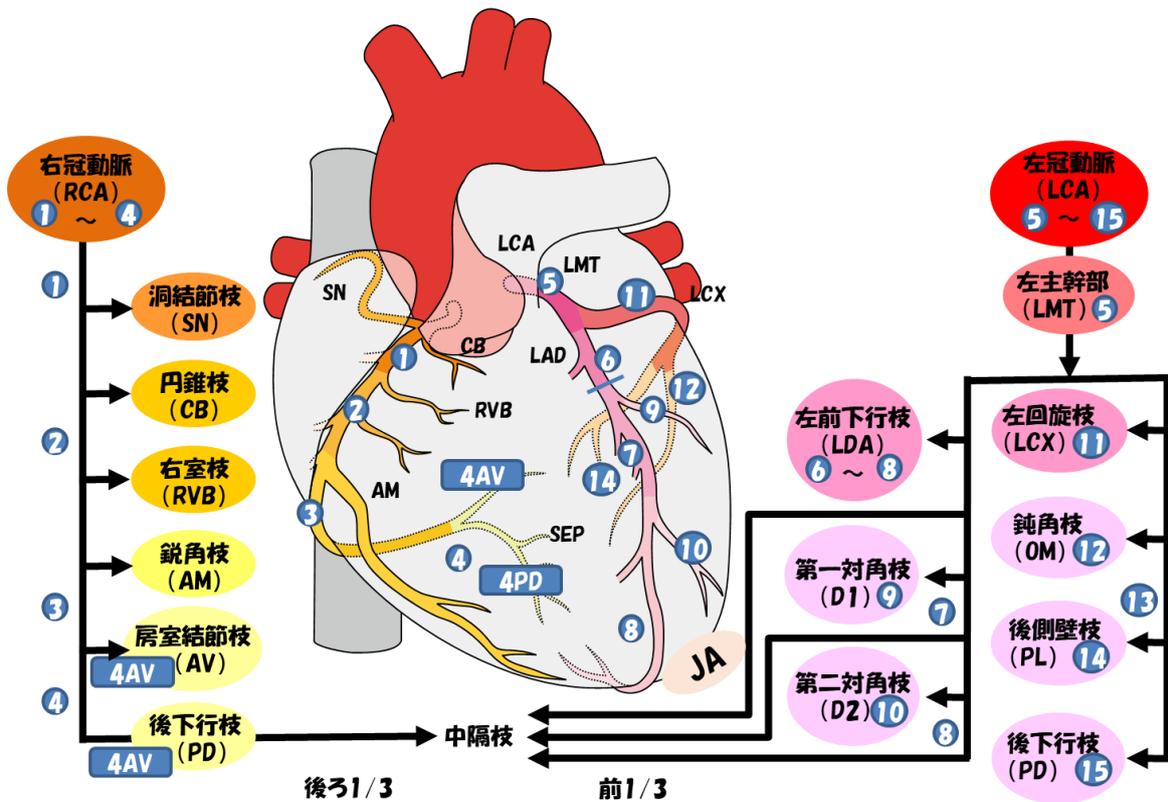


図.6 冠動脈のAHA分類

冠動脈は1番 (Segment. 1 : #1 と約します) から15番 (#15) まで番号が付いています (図. 6)。

まずは右冠動脈ですが、#1 から#4 に分けられます。右冠動脈の入り口から鋭角枝 (Acute marginal branch: AM) が分枝するまでの部位を2等分して中枢側 (心臓に近い側) が#1、遠位側 (心臓から遠い側) が#2 です。実際の臨床では右室枝を#1 と#2 の境とする場合もあります。鋭角枝から右冠動脈が2股に分かれる部分までが#3 です。2股に分かれる枝の一方が#4AV (Atrioventricular branch) で房室結節に向かって走行します。もう一方を#4PD (Posterior descending branch) で心尖部に向かって走行します。後下行枝からは中隔枝 (Septal branch) が心室中隔に向かって分枝し、心室中隔の後方1/3を栄養します。後下行枝の先端は後述する前下行枝の先端に向かって走行します。

左冠動脈からは前下行枝 (Left Anterior Descending branch: LAD) と回旋枝 (Left circumflex branch: LCX) が分枝します。左冠動脈の入り口から回旋枝が分枝する部分までが#5 または左冠動脈主幹部 (Left Main Trunk: LMT) で

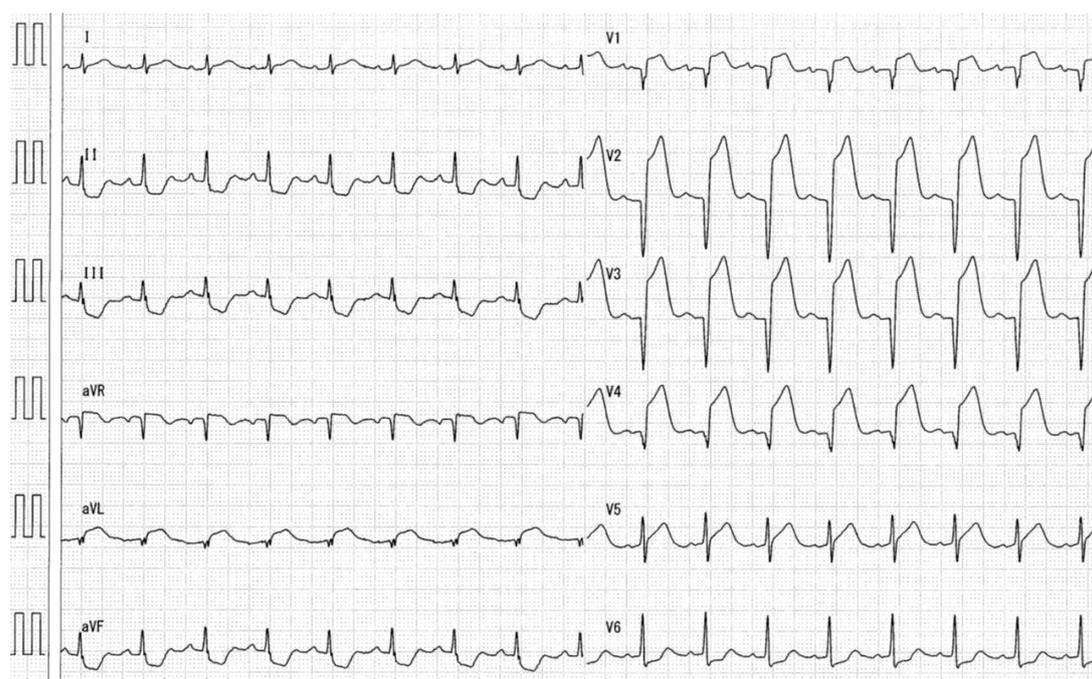
す。回旋枝が分枝する部位より心尖部に向かって走行するのが前下行枝で#6 から#8 の部位に分けられます。前下行枝からは2種類の枝が分枝します。1つは中隔枝 (Septal branch)、もう一つは対角枝 (Diagonal branch) です。中隔枝は心室中隔の前方 2/3 を栄養します。回旋枝の分枝部から第一中隔枝が分枝するまでの部分が#6 です。対角枝は左心室の前壁から側壁に向かって走行する枝です。第一対角枝 (1<sup>st</sup> Diagonal branch: D1) と第二対角枝 (2<sup>nd</sup> Diagonal branch: D2) があり、それぞれ#9 と#10 になります。前下行枝は第一中隔枝の分枝部より D2 の分枝部までが#7、それより末梢が#8 です。多くの場合、#8 は心尖部を回り込んで走行し、後下行枝より優位 (発達がいい場合) となっています (約 60%)。次いで回旋枝は、#11 から#15 に分けられます。LMT から分枝した回旋枝は、鈍角枝 (Obtuse marginal branch: OM) を分枝するまでの部位は#11 です。鈍角枝は#12 です。鈍角枝を分枝後の回旋枝が#13 です。#13 より#14 と#15 が分枝します。右冠動脈の 4PD が優位な場合には#15 は存在しない場合もあります。

		枝の番号	枝の部位
右冠動脈		#1	右冠動脈入口部 (Ostium) より右室枝 (Right ventricular branch: RVB)まで
		#2	RVBから鋭角枝 (Acute marginal branch: AM)まで
		#3	AMから後下行枝 (Posterior descending: PD)まで
		#4AV	房室結節枝 (Atrio-ventricular branch: AV)
		#4PD	後下行枝 (Posterior descending branch: PD)
左冠動脈		#5	左主幹部 (Left main trunk: LMT)
	前下行枝	#6	LMTより第1中隔枝 (1 <sup>st</sup> Septal branch)
		#7	第1中隔枝より第2対角枝 (2 <sup>nd</sup> Diagonal branch: D2)
		#8	D2より左前下行枝 (Left anterior descending branch: LAD)の末梢
	対角枝	#9	第1対角枝 (D1)
		#10	第2対角枝 (D2)
	回旋枝	#11	LMTより鈍角枝 (Obtuse marginal branch: OM)まで
		#12	鈍角枝 (Obtuse marginal branch: OM)
		#13	OMから後側壁枝 (Posterior lateral branch: PL)
		#14	後側壁枝 (Posterior lateral branch: PL)
#15		後下行枝 (Posterior descending branch: PD)	

### Ⅲ. 虚血性心疾患の検査

#### ① 心電図検査

狭心症発作時にはST波の低下し、異形狭心症発作時や急性心筋梗塞時にはST波が上昇します。また、ST変化の見られる場所により心筋虚血の部位が解ります。例えばⅠ、aVLなら前壁、Ⅱ、Ⅲ、aVFなら下壁であることが解ります(図.7)。しかし、労作性狭心症では安静時には心電図波形の変化は認めず、運動負荷をかけることで心電図波形の変化が認められます。また、24時間心電図を記録するホルター心電図も有用です。



**典型的な急性前壁梗塞の心電図: Ⅰ、aVL、V1-4でSTの上昇  
Ⅱ、Ⅲ、aVF、V6でシフトロカルチェンジ**

**図.7 急性心筋梗塞の心電図変化**

#### ② 超音波検査

狭心症、急性心筋梗塞では心臓の壁運動異常が認められます。

### ③ 血液検査

急性心筋梗塞では白血球や炎症反応の上昇に加え、心筋の酵素であるクレアチニンキナーゼ (CK)、クレアチニンキナーゼアイソザイム (CK-MB)、トロポニンが上昇します (図. 8)。その値が最大値を示す時間は異なるため、その値を追いかけることで発症時間が推定できます。

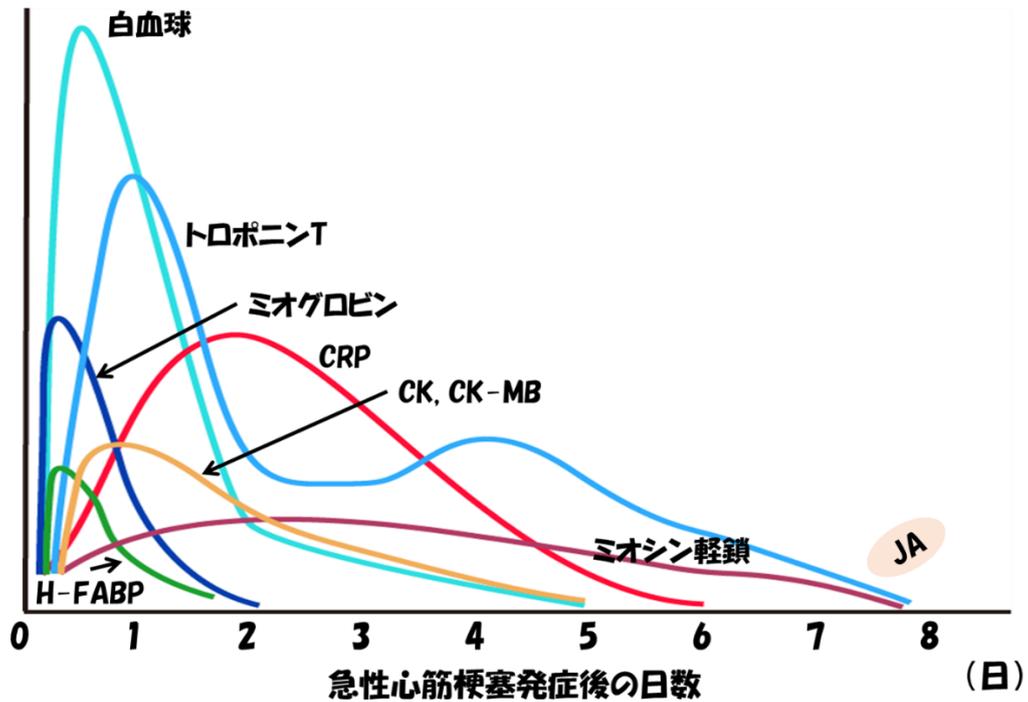


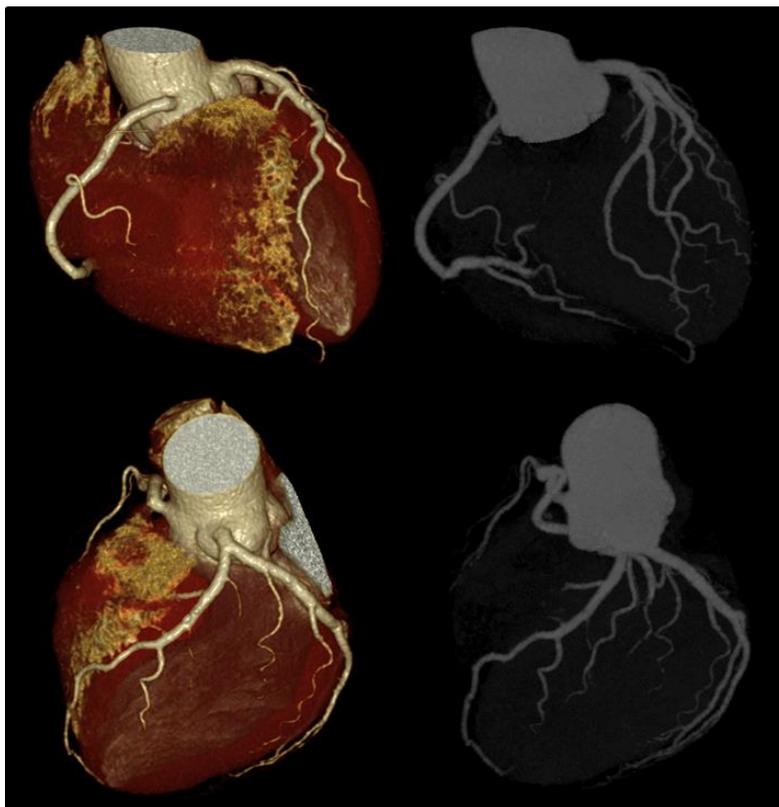
図.8 急性心筋梗塞の血液検査

### ④ 心臓核医学検査

心臓の血液分布が正常化診断する検査です。

## ⑤ CT 検査

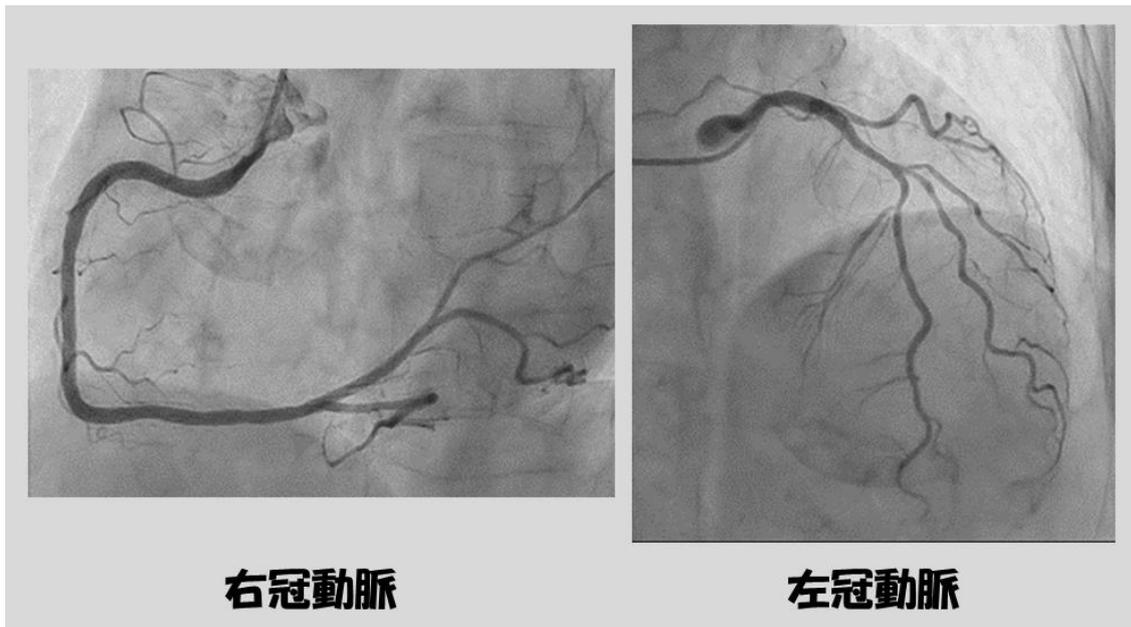
造影剤を用いて冠動脈の狭窄部位および狭窄の程度を判定します。心臓カテーテル検査とほぼ同等な画像が得られますが、心房細動や不整脈などにより心拍数が早く、一定でない場合には診断可能な画像が得られないこともあります(図. 9)。



**図.9 冠動脈 CT 検査**

## ⑥ 心臓カテーテル検査

カテーテルを血管内に挿入して直接、冠動脈に造影剤を注入して冠動脈の狭窄部位および狭窄の程度を判定します。虚血性心疾患の診断としては最も重要な検査とされます(図. 10)。



**図.10 冠動脈造影検査**

#### IV. 虚血性心疾患の治療

##### A. 薬物療法

硝酸薬・カルシウム拮抗剤・交感神経ベータ遮断薬等が用いられます。また、血小板の凝血を阻害するアスピリンも用いられます。アメリカ心臓協会の高度心肺蘇生法 (ACLS : Advanced Cardiovascular Life Support) ガイドラインでは急性冠症候群に対する治療は、アスピリン、酸素、ニトログリセリン、モルヒネの順番で行うことが推奨されています。急性冠症候群が疑われる場合には迅速に低用量アスピリン2錠を噛み砕くように指示されています。

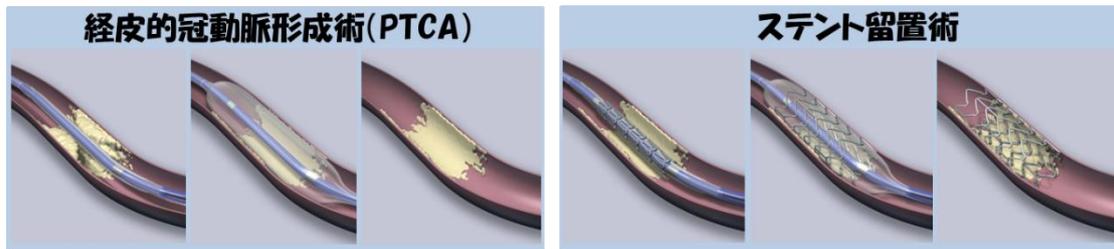
- ① 硝酸薬 (ニトログリセリン) の話 : ニトログリセリンを主原料とするダイナマイト製造工場働く狭心症患者は作業中に胸痛発作が生じないことが知られていました。1853年コンスタンチン・ヘリングはニトログリセリンが狭心症治療薬となる可能性を指摘しました。当初その効果は疑問視されていましたが、1879年ウィリアム・ミューレンはニトログリセリンを内服すると肝臓で分解されるため効果が無く、舌下して粘膜から吸収させると効果があることを証明しました。ニトログリセリンの効果は舐めてはいけないということです。

- ② アスピリンの話：1897年ドイツバイエル社のフェリックス・ホフマンが関節リウマチで苦しんでいた父親のために開発した痛み止めです。副作用の強いサリチル酸を純化してアセチルサリチル酸を合成しました。少量で用いると血小板凝集を促すトロンボキサンA<sub>2</sub>を抑制することから虚血性心疾患で用いられるようになりました。急性冠症候群では即効性を狙い腸溶性の剤形（消化管障害を軽減するため）を噛み砕くように指示されております。胃には悪そうです。

## B. カテーテル・インターベンション (PCI: Percutaneous coronary intervention)

バルーン（風船）による冠動脈の血行再建治療のことで、1977年スイス人医師アンドレアス・グルンチッヒにより始められた治療です。英語名の略語でPTCA (Percutaneous transluminal coronary angioplasty) と呼ばれます。手首（橈骨動脈）、肘（上腕動脈）、鼠径部（大腿動脈）の動脈からガイドワイヤーおよびカテーテルを挿入して、冠動脈の狭窄部にバルーン（風船）をもっていき、バルーンを膨らませて拡張させるものです。また、バルーンで拡張した後にステント（金属の筒）を留置して、再び狭窄することを防ぎます。最近ではステント留置後の再狭窄を防ぐ目的で抗がん剤や免疫抑制剤を塗布したステントが用いられています。ステント治療後にはステント内に血栓を形成しないようにアスピリンとクロピドグレルによる抗血小板療法（DAPT: dual anti-platelet therapy）が行なわれます。これらの治療以外にもロータブレード、方向性アテレクトミー、血栓吸引療法があり、これらすべてのカテーテル治療を総称してカテーテル・インターベンションといいます（図. 11）。

## 経皮的冠動脈インターベンション(PCI)



インフォームドコンセントのための心臓・血管病アトラスより

### 冠動脈造影



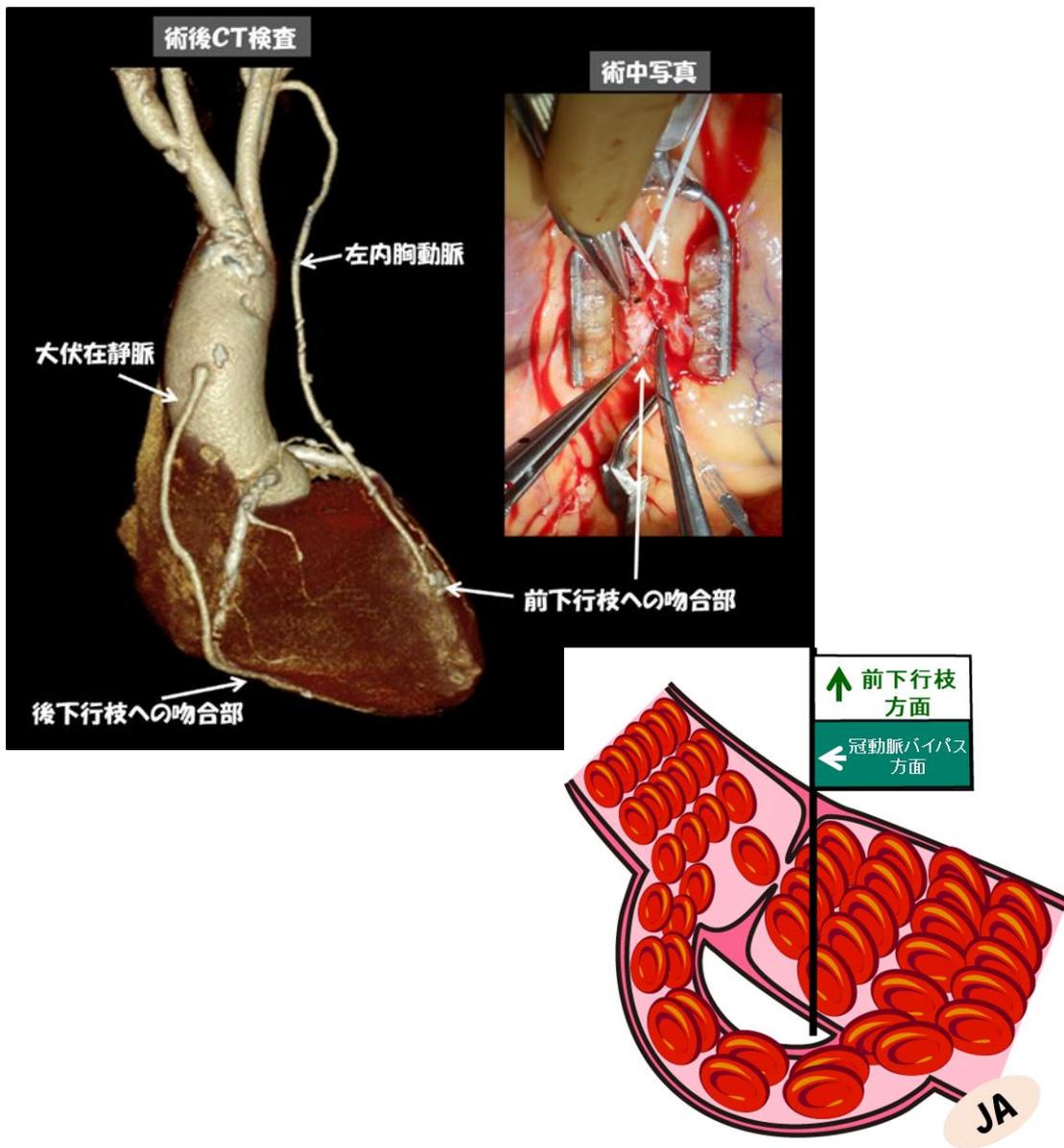
図.11 カテーテル・インターベンション

### C. 冠動脈バイパス手術

1967年アルゼンチン医師ルネ・ファバローロが初めて成功させました。左冠動脈の主幹部に狭窄がある場合や主要な3本の冠動脈全てに狭窄や閉塞がある場合、また、カテーテル・インターベンションが困難と思われる場合に冠動脈バイパス手術(CABG: Coronary artery bypass graft)が行なわれます。足の静脈(大伏在静脈)や胸骨の裏面を走る内胸動脈をグラフトとして狭窄部より末梢側に新しい血行路を作成する手術です(図.12)。最近では医療器具や手技の進歩により心臓が拍動した状態での手術(On pump beating CABG)や人工心肺を全く用いないでの手術(Off pump CABG)も可能となりました。

### V. 虚血性心疾患の予防

虚血性心疾患を予防することは、同時に動脈硬化を予防することに違いありません。前述した動脈硬化の危険因子について十分理解し、それらの危険因子を避けることが重要です。高脂肪、高塩分、高カロリーな食生活および肥満、



**図 12. 冠動脈バイパス手術**

加えて、喫煙、運動不足、ストレスをため込むといった生活習慣を改善することが、第一ステップです。また、40歳を過ぎたら、健康診断を受け、高血圧、糖尿病、脂質代謝異常、高尿酸血漿などの生活習慣病がある場合にはしっかりと治療を受けることです。

東京医科大学八王子医療センター心臓血管外科  
赤坂 純逸