

狭心症を見極めるために

治療方針を決定するFFRICCT検査とは



日本赤十字社医療センター
副院長／循環器内科部長
池ノ内浩 Hiroshi Kenouchi

日本赤十字社医療センターは

2019年12月から新しい冠動脈CT検査である

FFRICCT検査を導入しました。

この検査の導入には厳しい施設基準が定められており、
都内でこの検査ができる施設は限られています。

このFFRICCTは、狭心症を代表とする

冠動脈疾患の治療方針を決定するために

きわめて有用な検査であるため、当センターでも

今後大いに実施件数が増えると考えられます。

ここでは、狭心症に代表される冠動脈疾患の説明と

FFRICCTの役割を紹介します。

動脈硬化がもたらす心疾患

日本の高齢化は世界に類を見ない勢いで進行しており、これに伴い加齢に関連した疾患も増加していま

図1 動脈硬化が進行すると

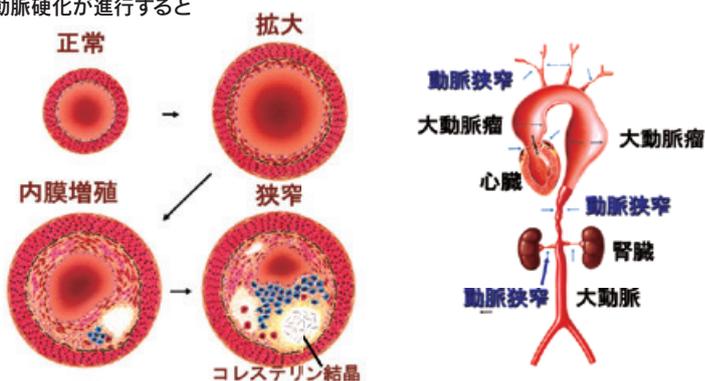
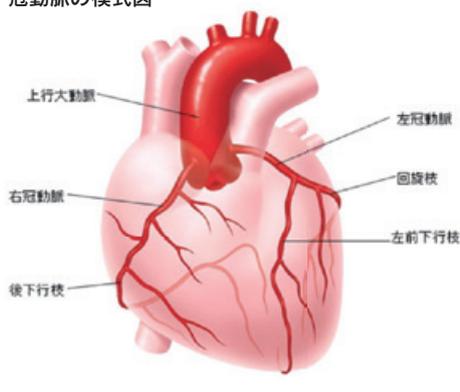


図2 冠動脈の模式図



イラスト提供：ポストン・サイエンティックジャパン株式会社

す。その代表例が動脈硬化性疾患です。動脈硬化は生活習慣（喫煙、運動不足、ストレス）、基礎疾患（糖尿病、高血圧、高コレステロール、肥満）といった「危険因子」によって進行しますが、年齢も大きな要因となります。血管の壁に動脈硬化性変化が起こると動脈の狭窄（中が狭くなること）や閉塞（完全に詰まること）、あるいは動脈瘤（血管のこぶ）が出現し、血液を受け取るそれぞれ

の臓器にさまざまな病気、すなわち脳梗塞、脳出血、くも膜下出血、眼底出血、急性四肢動脈閉塞、腎梗塞、閉塞性動脈硬化症、大動脈瘤などを起こします（図1）。

狭心症や心筋梗塞を引き起こす動脈硬化の舞台となる動脈は、冠動脈（図2）と呼ばれ、心臓の拍動に必要な酸素や栄養を心臓の筋肉に供給する、心臓の生命線とも言える血管です。狭心症や心筋梗塞は別名「冠動脈疾患」とも呼ばれ、日本の罹患者は約100万人で、年間7万人がこの疾患で亡くなっています。これは心臓死21万人の3分の1にあたり、さまざまな癌による死亡総数（年間39万人）の約5分の1ですが、一つの臓器の1疾患による死亡率としては高いものです（人口動態統計2018）。

狭心症から心筋梗塞へ

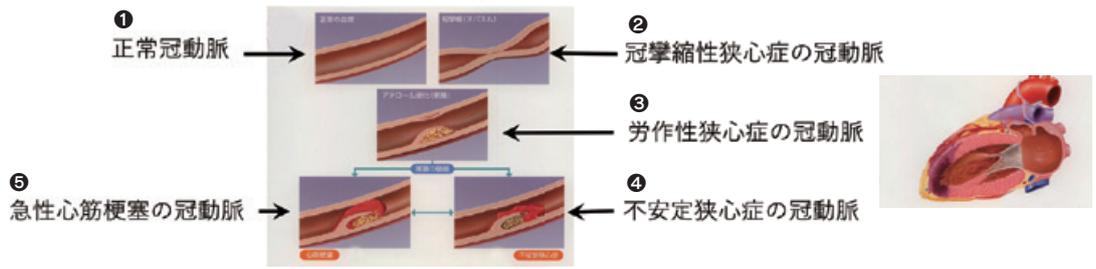
狭心症と心筋梗塞は一連の疾患であり、狭心症は心筋梗塞の前段階と

考えられます。狭心症の段階で冠動脈疾患を治療できれば、死亡率の高い心筋梗塞の発生を減らすことができます。さらに重要なことは、狭心症に至るような冠動脈の動脈硬化の進行を抑えれば、冠動脈疾患自体の発生を予防できるのです。

それでは狭心症とはどのようなものでしょうか。狭心症の典型的な症状は、労作（階段や平地の歩行、荷物の上り下ろし、入浴など）で胸を圧迫されるような痛みや息切れを感じ、安静にすることで改善します。これを「労作性狭心症」と言います。このとき左肩、喉、左腕にも痛みや圧迫を感じます。この症状は冠動脈が高度に狭くなっているか詰まっている（閉塞）ことが原因です。労作時には脈拍や血圧が上昇し、全身の骨格筋がより多くの血流を必要とするため、心臓はより強く働かなくて

はなりません。そのため心臓の筋肉自体がより多くの酸素や栄養すなわち血流を必要とします。正常であれば、冠動脈は運動時に拡張し、安静

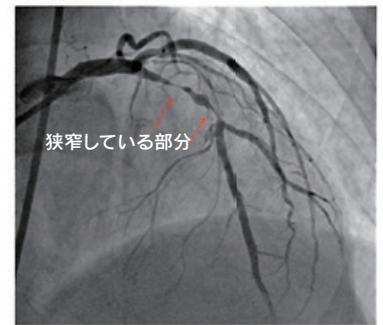
図3 狭心症と心筋梗塞の模式図



出典：トーアエイヨー『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』P7から引用

時の3〜4倍の血液を流すことができます。ところが動脈硬化によって狭く硬くなった血管では需要に見合うだけの血流増加ができません(図3、4)。すると心臓の筋肉は血流、酸素不足となり、それが胸痛となつてあらわれます(図3②③④)。これに対し、安静時に症状が起こるものを「安静時狭心症」といいます。これは冠動脈の痙攣がおもな原因で「冠攣縮性狭心症」とも呼ばれます(図3②、5)。一見正常かまたは軽い動脈硬化のある動脈が痙攣を起こすことで血流が途絶え、狭心症の症状が出現します。典型的な症状は、早朝や明け方に胸の痛みで目覚めたり、昼間や労作時に起こることもあります。飲酒や喫煙、ストレスが誘因となります。日本人に多い

図4 狭心症の冠動脈造影検査



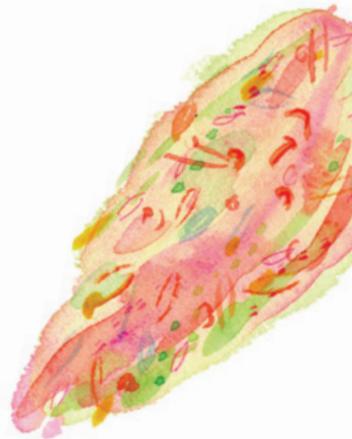
出典：筆者作成

いわれており、欧米人の3倍との報告もあります。

もう一つの狭心症は「不安定狭心症」です(図3④)。その名の通り不安定な状態で、もうすぐ急性心筋梗塞に移行する状態です。具体的には労作性狭心症の症状が新しく発生した場合、症状の頻度や程度が増悪した場合、安静時にも症状が出現し始めた場合などです。これは危険な状態のため直ちに入院することが望まれます。

急性心筋梗塞とは

急性心筋梗塞に見舞われた場合、事は重大です。冠動脈が突然閉塞し、心臓の筋肉への酸素・栄養供給が突然途絶えるため、心筋は急速に壊死(一部が死んでしまうこと)に陥ります(図3⑤)。時には突然、心臓が停まってしまふこともあり、心筋梗塞の統計上の死亡率は20%、つまり5人に1人と言われています。一方、突然亡くなる方の中にはかなりの割合でこの急性心筋梗塞が含まれている



と考えられます。典型的な急性心筋梗塞では冷汗を伴う激しい胸痛が30分以上続き、ニトログリセリンを舌下服用しても治りません。治療は時間との勝負になります。

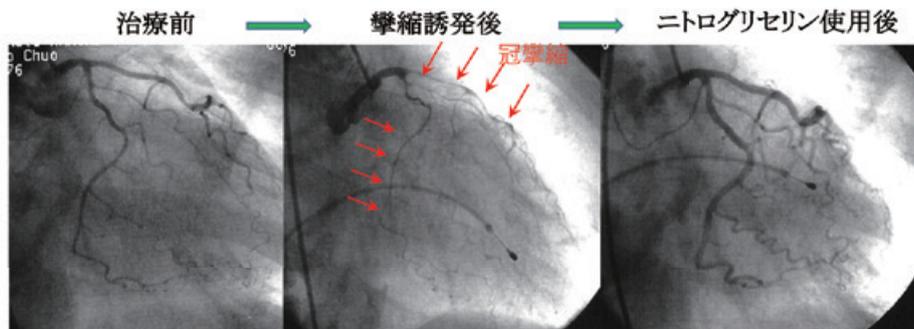
対応としては、救急車を要請し、できるだけ早く専門病院へたどり着くことが大切です。注意すべき点として高齢者、糖尿病の方では痛みの感覚が鈍化していることがあり症状が軽いため気がつかない場合があります。これを「無痛性心筋梗塞」と言います。気づくのが遅れ重篤化しやすいため、高齢者、糖尿病の方では注意が必要です。

狭心症の診断と治療

狭心症を疑ったら、まず専門医に相談しましょう。通常は外来でレントゲン、心電図、診察、心臓超音波検査を行い、さらに運動負荷心電図検査や負荷心筋シンチを受けることもあります。最近では、高性能のCT撮影により冠動脈を映し出すことが可能で、さらにFFR-CT解析によって治療の必要性の可否まで判定できます。

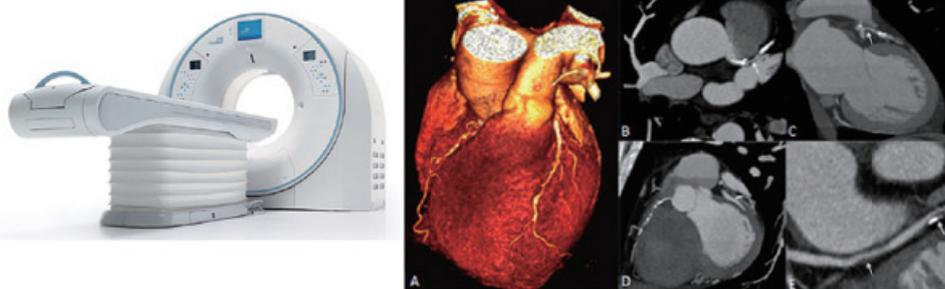
このようにして、冠動脈疾患が強く疑われれば冠動脈造影検査を行います。冠動脈造影検査は入院で行う

図5 冠攣縮性狭心症の冠動脈造影検査



出典：筆者作成

図6 冠動脈CT検査



冠動脈検査によって撮影された画像

出典：Area Detector CT, キヤノンメディカルシステムズ株式会社

心臓カテーテル検査の一部です。腕や足の付け根の動脈から心臓にカテーテルと呼ばれる管を挿入し、冠動脈の中に直接造影剤を注入してレントゲンで撮影記録します(図4、5)。従来、治療が必要かどうかはこの冠動脈造影検査の画像と圧ガイドワ

イヤを用いてFFR値を測定し、これらの結果で治療方針を決定していました。最新FFR-CT解析を行えば入院することなく、疑わしい冠動脈狭窄の治療の要否を外来の検査だけでほぼ確定できます。あとは入院して治療を行うのみです。

FFR-CT検査とは

このFFR-CT検査が2019年12月から当センターでも行えるようになりました。

では、FFR-CT検査の概要を紹介します。

①検査方法

患者さんが受ける検査自体はこれまでの冠動脈CT検査とまったく変わりません(図6)。CT検査終了後、撮影した冠動脈の画像からFFR(Fractional Flow Reserve)という値を解析するプロセスが加わります。具体的には撮影した冠動脈CTの画像を匿名化、暗号化のうえアメリカの画像解析施設にインターネットを通して送り、解析結果を送り返してもらいます。その結果で狭くなった冠動脈を治療したほうがいいのか、薬のみの治療でいいのかを、外来で高い精度で決定することが可能となりました。

②費用

解析は健康保険が適応されていません。実際は自己負担分のみ(実際の費用の1/3割)となり、3割負担でおよそ3万円になります。

③解析の必要性

冠動脈CT検査を受けた方の全例

に解析を行う必要はありません。検査の内容と費用の説明を聞いたうえで同意いただいた場合に、この解析を行うことができます。ただし、このFFR解析を希望されても、冠動脈にまったく狭窄がない場合や、あまりに高度の狭窄があり解析するまでもない場合などは、外来主治医の判断で解析には回しません。

④結果が出るまでの期間

まず病院のCT解析室で画像を作成し、それを外来主治医が拝見してFFR解析に送るべきかどうか判断します。FFR解析が必要と判断されると、インターネットを経由してアメリカの解析センターに送信します。早ければ数時間でインターネットを介して解析結果が送り返されてきます。したがって最短で検査から1~2日あれば、外来で結果をお伝えすることができます。しかし説明に時間がかかる場合を想定し、もう少し余裕を持って来ていただくこともあるかと思えます。

⑤個人情報保護について

個人名などが特定されないように匿名化、暗号化された上で専用のインターネット回線を通じてアメリカに送られますので、セキュリティに問題はありません。

特集

狭心症を見極めるために

狭心症を見極めるために

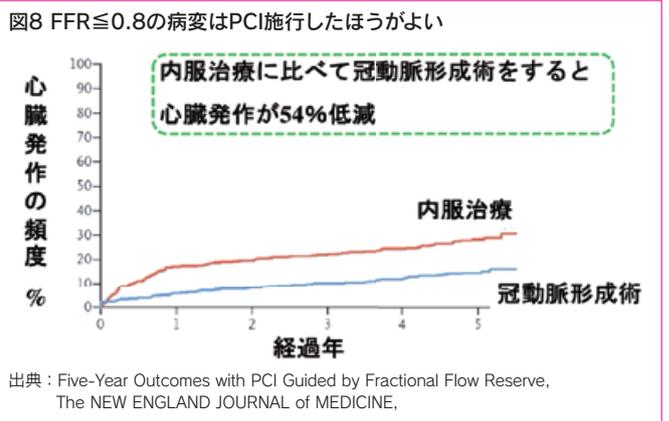
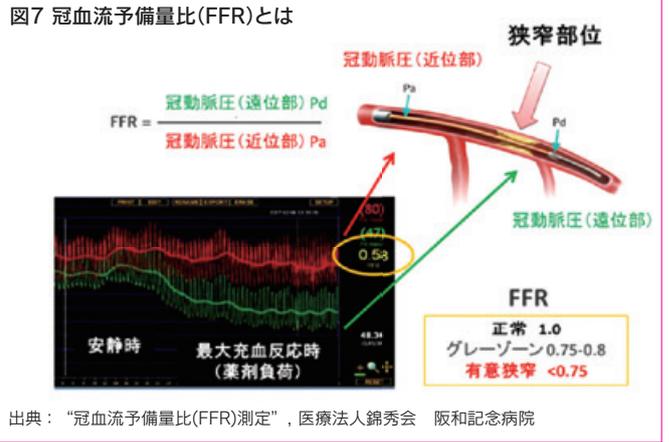


図9 FFR-CT検査による解析結果例

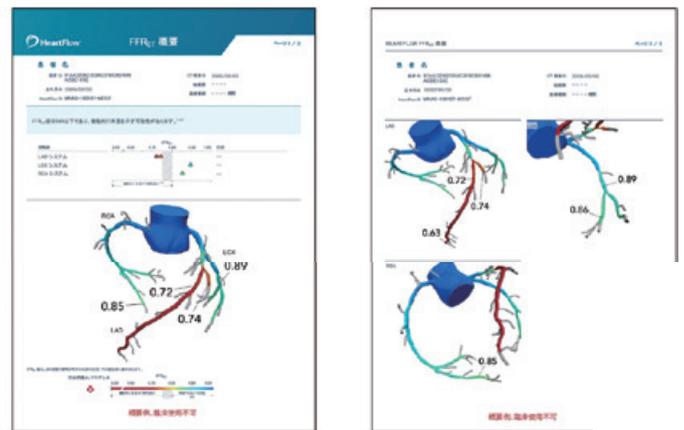
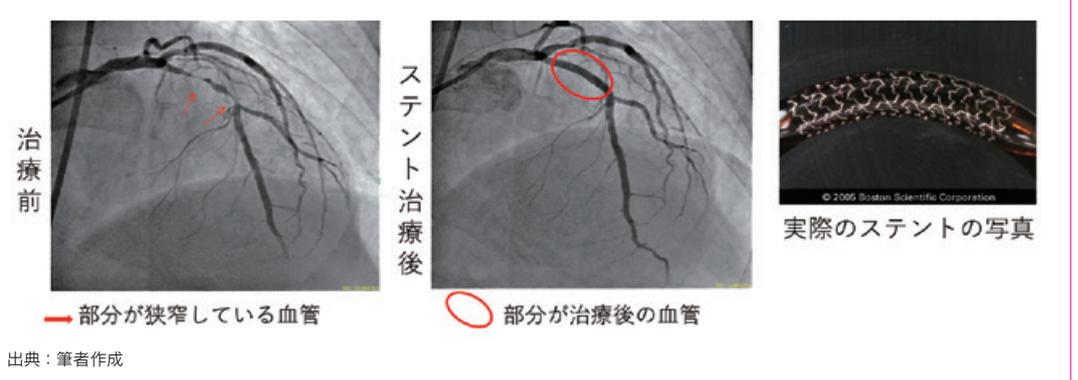


図10 狭心症例の冠動脈形成術の前後



⑥ FFRとは何か

FFRは「冠血流予備量比」を意味します。難解そうですが、原理は簡単で、冠動脈の狭い部分（狭窄部）の前と後ろの圧力の比をとったものです（図7）。

心臓カテーテル検査を行う場合には、冠動脈のなかに圧力を測れる細いワイヤ（圧ガイドワイヤ）を入れて、狭窄部の先（遠位部）の圧力を測定します。手前（近位部）の圧との比がFFRです。このFFRの値

が0.8を切る場合にはその狭窄は十分に問題があり、治療をしたほう

がよい、すなわち、狭心症や心筋梗塞、心臓死亡を低減できることがわかっています（図8）。

FFR値が0.8以上、0.85以下の場合には注意深く内科治療を行い経過観察することが必要です。FFR-CTでは、入院カテーテル検査を行わず、冠動脈CT検査を一度受けるだけで、カテーテル検査で得られるFFRとはほぼ同じ検査結果を手に入れることができます。

実際のFFR-CTのレポートは図9の通りです。冠動脈の模式図が示されていて、FFRが安全域にあ

⑦ FFR-CT検査の実施機関

る枝は緑から青色に、危険域であれば黄色から赤色に色分けされ見やすくなっています。赤色に表示された冠動脈は高度の狭窄があるため、冠動脈形成術など積極的治療が望まれます。

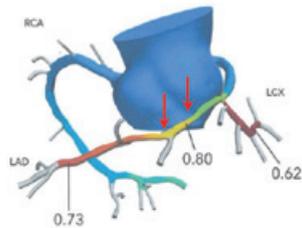
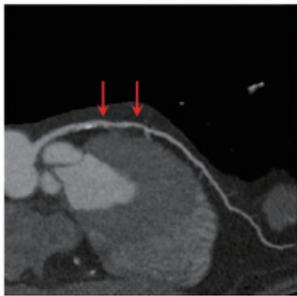
現在FFR-CT検査を実施できる施設は厚生労働省の施設基準で厳しく制限されているため、どの施設でも受けられるわけではありません。当センターは施設基準に合致しており、FFR-CT施行可能病院に認定されています。

素早い部位の特定と短期入院で

FFR解析で治療の必要がある冠動脈の病変が見つければ、入院し、冠動脈形成術を受けていただくこと

図11 FFR-CT検査結果による症例

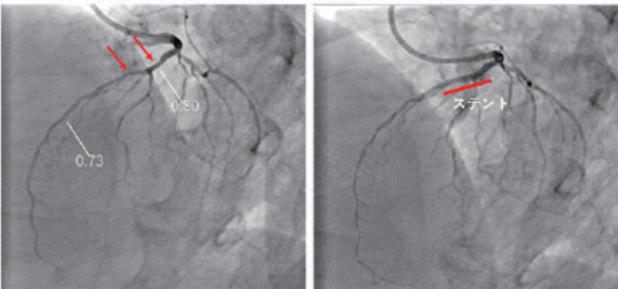
70歳代男性 労作性狭心症



出典：筆者作成

図12 FFR-CT陽性の冠動脈の治療

ステント植え込み前の冠動脈 → ステント植え込み後



出典：筆者作成



日本赤十字社医療センターのカテーテル検査室

ができます。ただし、重症の場合や完全閉塞病変の場合などは、心臓血管外科の医師による冠動脈バイパス手術を実施することもあります。

冠動脈疾患の治療法

冠動脈疾患の治療法は3つです。第一は薬物治療、第二に内科が行う冠動脈形成術、最後に心臓血管外科が行う冠動脈バイパス術です。冠動脈形成術(図10)は心臓カテーテル検査の手法に加え、ガイドワイヤ、風船、ステント(金属製の網の筒)を冠動脈の中まで入れて行います。

全国で年間約24万人の方がこの治療を受けており、最近では、より治療成績のよい薬物溶性のステントが多く用いられます。冠動脈バイパス術の件数は形成術の約6分の1です。当センターでも年間300人前後の方が冠動脈形成術や冠動脈バイパス術を受けられています。

当センターでのFFR-CTで診断、治療を行った症例を紹介しましょう。狭心症のある70代男性です。冠動脈CT検査では全体に動脈硬化が強く、見た目ではどこに冠動脈形成術をしたらよいか、判断しにくい所見

でした(図11左)。しかしFFR-CTを行うと明らかに左前下行枝の手前の部分から血流が低下しており、冠動脈形成術の適応と判断できました(図11右)。すぐに入院し、問題の部分にステントを植え込む冠動脈形成術を施行、短時間で退院することができました(図12)。

当センターの救急外来では心電図や血液検査、心臓超音波検査、時にCTスキャン検査で診断し、急性心筋梗塞の疑いが濃厚であれば、緊急冠動脈造影を行っています。発症24時間以内の急性心筋梗塞では緊急冠

動脈造影を行うことが多く、その場で緊急冠動脈形成術を行うことがほとんどです。急性心筋梗塞の治療は時間との勝負であるため、心臓のダメージや死亡率をどこまで下げられるかは初期の適切な治療に依存しています。

*

そもそも動脈硬化はどのように診断して予防すればよいのでしょうか。動脈硬化は出生と同時に始まるともいわれます。個人の動脈硬化の程度は手足の血圧の測定、頸動脈の超音波検査、眼底検査などである程度判定できます。予防には危険因子を減らすことが大変に重要です。危険因子である高血圧や血中コレステロールの値を薬で低下させ、糖尿病があれば治療します。歩くことを心がけ、肥満を解消しましょう。コレステロールを多く含む食品(卵の黄身、バター、ラード、マヨネーズ、魚卵など)の取りすぎには注意が必要です。コレステロールの値には遺伝も関係します。食事と関係なく高値の場合には薬が必要でしょう。冠動脈疾患は他の多くの疾患と同様に予防が一番です。疑わしい症状がある場合にはできるだけ早く専門医に相談することが大切です。