

心筋シンチ読影テキスト



New Town Conference Cardiovascular Nuclear Medicine

お問い合わせ先
日本メジフィジックス株式会社 製品企画第二部
東京/03-5634-7452



日本メジフィジックス株式会社
〒136-0075 東京都江東区新砂3丁目4番10号
TEL 03-5634-7006(代) URL <http://www.nmp.co.jp/>

2013.8月作成
(TA-1308-G02)

監修 ニュータウンカンファレンス

心筋血流SPECTをマスターし活用するために

虚血性心疾患を適確に管理するためには、患者個々の臨床情報を把握した上で、適切な検査を行い、QOLと予後の改善が図れる治療法を選択しなければならない。冠動脈疾患治療の基本は生活習慣の改善と薬物療法であり、血行再建術は、それによってQOLと予後の改善が図れると判断される時に初めて適応となる。AHA/ACCなど6学会が合同で作成した冠動脈血行再建の適切な適応基準によれば、1.患者の症状（狭心症状の重症度）、2.虚血に対する十分な薬物治療の有無、3.非侵襲的検査により示される虚血の重症度、4.造影検査による冠動脈病変の形態、に基づいて行うべきと提唱されている。3,4からわかるように虚血性心疾患管理における画像診断の意義は大きい。

近年の冠動脈CTの進歩が、虚血性心疾患の診断手順を変えているが、冠動脈CTはあくまでも冠動脈の形態評価であり、心筋虚血を適切に評価することはできない。一方で、心筋血流SPECTには心筋虚血評価あるいは予後予測において豊富なエビデンスの蓄積がある。こういった心筋血流SPECTを適確に活用するには、心筋血流SPECTの理解が必要である。検査方法、画像の意味、表示法、検査法独自の偽陽性・偽陰性などのアーチファクトを含めた基礎を理解する必要がある。そこで、これらの基本的な事項を詳細に記載し、診療に必要なエッセンスをまとめた手引書の作成を企画した。心臓核医学に関する研究会である『ニュータウンカンファレンス』で取り上げてきたRead with the Expertsをベースに、二人のエキスパートの先生の診断ノウハウが織り込まれて本冊子は完成した。

心臓核医学検査、とりわけ心筋血流SPECTは循環器医にとって日常臨床で必要不可欠な検査法の一つである。本書を参考にして、経験を積んでいただき、心臓核医学検査を診療に活かしていただければ幸いである。

『ニュータウンカンファレンス』 代表世話人
東京医科大学 第二内科 主任教授 山科 章
日本医科大学 放射線医学 主任教授 汲田 伸一郎
2013年7月

本書における心臓核医学用語一覧

EDV	左室拡張末期容量	left ventricular end diastolic volume
ESV	左室収縮末期容量	left ventricular end systolic volume
LVEF	左室駆出率	left ventricular ejection fraction
QGS	心電図同期SPECT解析ソフトウェア	quantitative gated SPECT software
SSS	負荷時合計欠損スコア	summed stress score
SRS	安静時合計欠損スコア	summed rest score
SDS	心筋虚血スコア	summed difference score
TID	(負荷時)一過性虚血性内腔拡大	transient ischemic dilatation
WOR	心筋洗い出し率	washout rate

contents

総論 東京女子医科大学 画像診断学・核医学講座 百瀬 満

読影のポイント

ポイント 1	心臓と冠動脈の支配領域を理解する	4
ポイント 2	TIとTcのそれぞれの薬剤特性を知る	4
ポイント 3	心電図同期SPECT(QGS)画像の見方	5
ポイント 4	アーチファクトによる心筋集積異常を判断する	6
ポイント 5	SPECT像のスコアリングをする	8
ポイント 6	心筋SPECT画像の読影を行う	9
ポイント 7	冠動脈に一致しない集積異常を認めた場合の判定	9
ポイント 8	心筋血流以外の指標による虚血の判定	10
	読影の手順とポイントのまとめ	11
	レポートを書く	11

各論 駿河台日本大学病院 循環器科 松本 直也

冠動脈の支配領域とSPECT画像の関連		14
症例 1	冠リスクファクターのある患者の血流欠損像の評価	17
症例 2	冠動脈の支配領域では説明できない軽度集積低下を認めた症例	18
症例 3	安静時・負荷時ともに固定欠損を認める心筋のviability評価	20
症例 4	わずかな欠損しか認めない壁運動低下症例	21
症例 5	陽性所見とアーチファクトの鑑別	22
症例 6	重症多枝病変の評価	23

読影のポイント

ポイント 1 心臓と冠動脈の支配領域を理解する

- 読影のためには、まず心臓と冠動脈との関係を理解する。
- 図1-1に模式的に、解剖学的位置関係を示す。
 - Aは、主な3本の冠動脈と心筋（短軸断面）との関係。
 - Bは、極座標表示（Polar map）した心筋と冠動脈の詳細な支配領域。但し、冠動脈の走行には個人差があり、境界域では支配領域が特定できない場合がある。
 - Cは、冠動脈の狭窄部位と心筋SPECTで認められる虚血領域の関係。分枝の領域についてはBを参照。
 - 図1-2は、左心室のSPECT断面を示す。

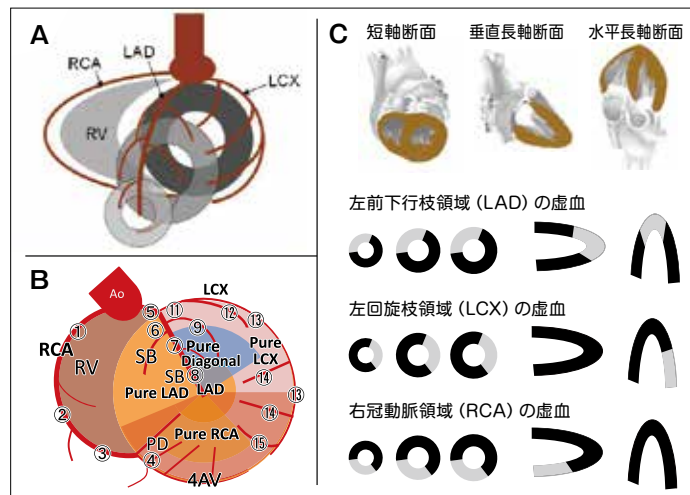


図 1-1 読影に役立つ冠動脈と心筋の模式解剖図

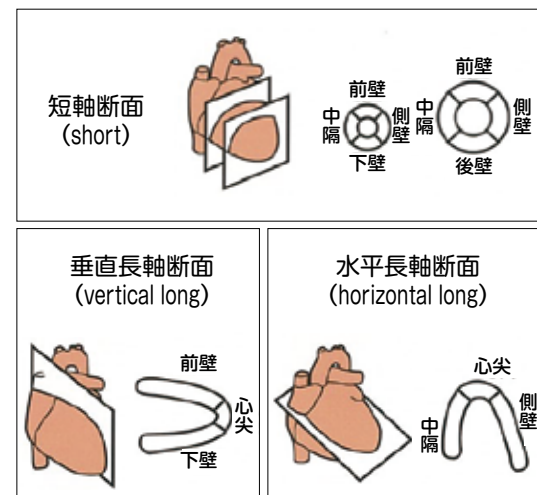


図1-2 左心室のSPECT断面

ポイント 2 $^{201}\text{TlCl}$ と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識心筋血流製剤のそれぞれの薬剤特性を知る

- TIの場合
 - TIの再分布現象を利用して、1回の注射（74 or 111MBq）のみで負荷像（約10分後）と再分布像（後期像：3～4時間後）の撮像を行う。再分布像は安静像とほぼ同等の分布を示す。
 - 虚血部位は負荷像では集積が低下し、再分布像では正常部位と同等の集積を示す。
 - 再分布現象とは、血流が増加するのではなく虚血部位と正常部位でのTIの洗い出しの差により、見かけ上（画像表示）、虚血部位のTI集積が正常と同等の集積を示すことである。
 - 図2-1に5つの病態を示し、図2-2にその実際の心筋シンチの変化を示す。
 - 正常心筋では、実際のTIの心筋集積は後期像で負荷像の集積の約50%まで低下する（この場合、WORは約50%となる）。
 - 虚血心筋では、負荷像の集積は正常心筋より低下するが、後期像でTIの洗い出しが少なく、正常と同等の集積を示す（結果的にWORは50%以下に低下する）。
 - 極座標表示の血流マップとそれに対応したWORマップが作成されており、虚血の領域を認識しやすい（図3）。

2. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識心筋血流製剤（Tc標識製剤）：Tetrofosmin/MIBIの場合

- Tc標識製剤には、TetrofosminとMIBIがあるが、心筋内動態はほぼ同等である。
- TIとは異なり再分布現象は無い。従って、負荷時と安静時に2回投与する。
- Tc標識製剤投与後の、各々心筋内の時間集積曲線を示す（図4）。
- Tc画像は、ガンマ線のエネルギーがTIより高いため（TI：70keV / Tc：140keV）、画質が優れる（吸収の影響もTIより少ない）。
- 心電図同期SPECTにおける心筋の辺縁抽出は、TI画像より精度が高い。理由は、Tc画像では投与量が多く、QGSの分割数も多いため（R-R間隔はTc標識製剤で16分割、TIでは8分割が一般的）。
- 読影方法とその解釈についてはTIと同様である。

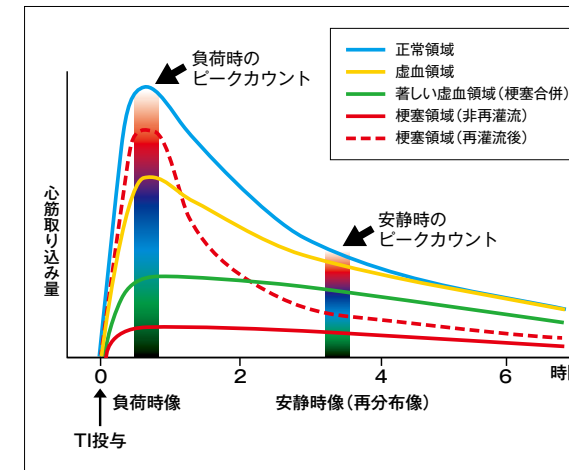


図2-1 TI動態の経時的变化

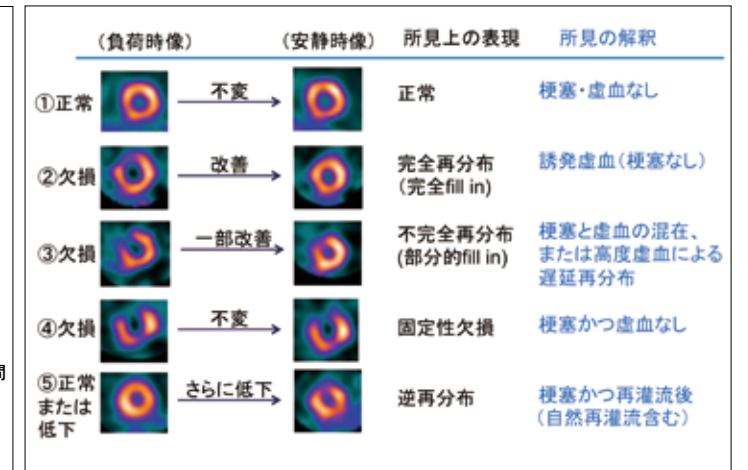


図2-2 SPECT画像所見に基づく虚血と梗塞の診断

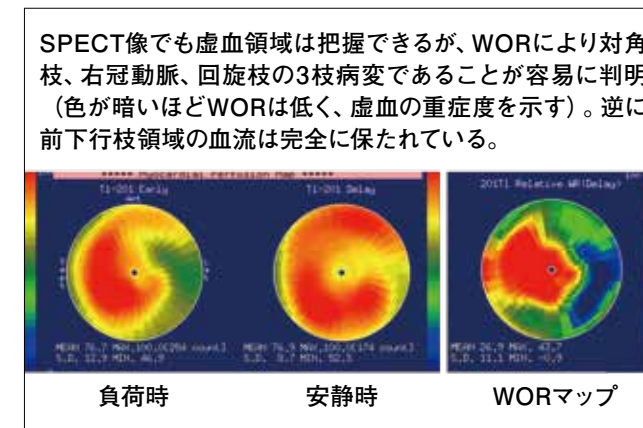


図3 TI SPECTの極座標表示

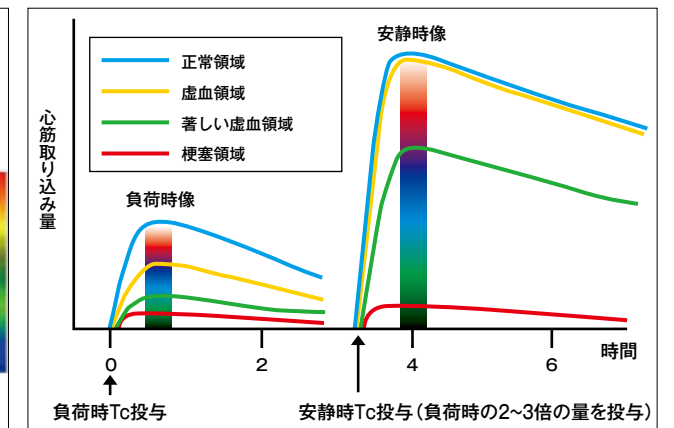


図4 Tc標識製剤の心筋動態の経時的变化 (負荷先行の場合)

ポイント 3 心電図同期SPECT (QGS) 画像の見方

- 一般的なQGS画像表示上の、それぞれの画像の説明を図5に示す。
 - 拡張末期、収縮末期血流マップ
 - 拡張末期血流マップは、集積が低く描出されているが、これは壁厚が薄くなるために部分容積効果の影響でカウントが低下するためである。
 - 通常、血流評価は非同期画像で評価することを勧める。
 - MotionマップとThickeningマップ
 - Motion (mm)：固定座標上の位置のずれ（距離）を表示。
 - Thickening (%)：左室壁厚の変化率を表示。

• MotionとThickeningは基本的には一致する。ただし、乖離する症例もある。

- 心臓手術後（心膜を剥離する手術）Ex. CABG, 弁膜症(図6)
- 心嚢液貯留（収縮・拡張時に心軸のズレを生じる）

2. 左室サイズ・LVEFと左室容積曲線

①EDV・ESV・LVEFは臨床的に重要であり、レポートに必ず記載する。

②表1に正常値を示した。機種や撮像条件で変化することがあるが、概ねこの値で評価可能。

③小心臓では左室内腔が過小評価され、ESVではより過小評価の程度が強く、LVEFが過大評価されることを考慮すべきである。

*表1の正常値は小心臓例（QGS-EDV<50mL）を含んでいない。

④体格の大きな症例はEDVI（EDVIndex：左室拡張末期容積係数）で評価した方がよい。

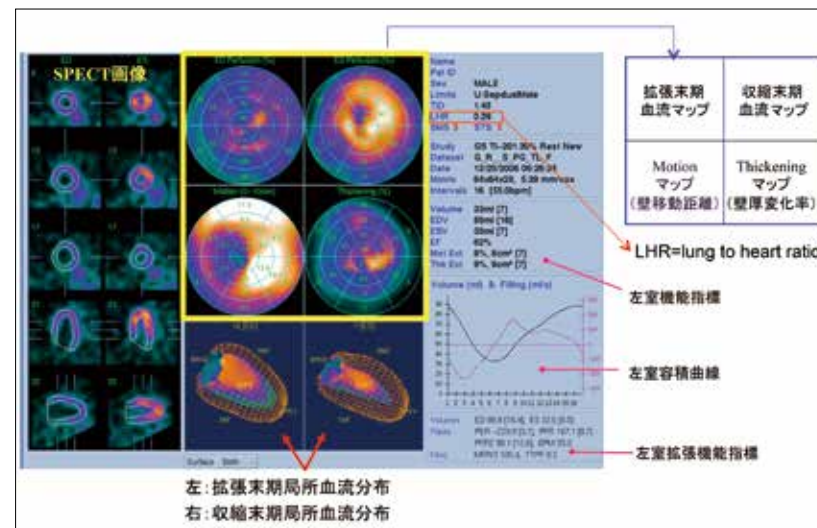


図5 心電図同期SPECT (QGS) 画面

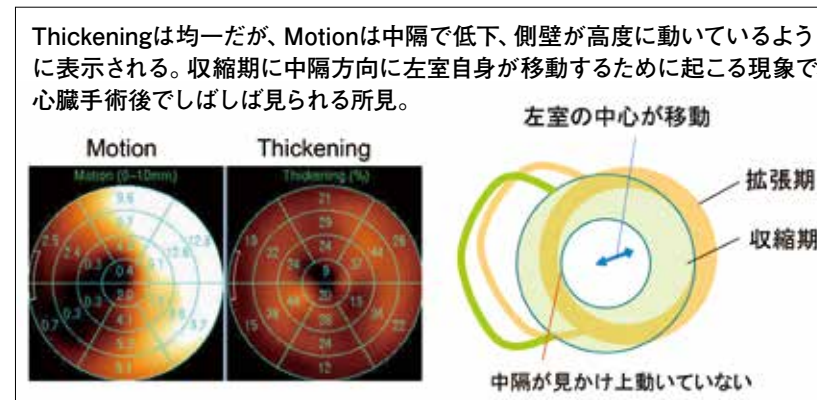


図6 心臓手術後（冠動脈バイパス）のThickeningとMotionマップ

	TI-QGSによる正常値		Tc製剤-QGSによる正常値	
QGS	Mean	正常範囲	Mean	正常範囲
LVEF	64±6.4	≥51	70±5.8	≥59
EDV(mL)	75±15	≤105	79±18	≤116
EDVI(mL/m ²)	44±7.1	≤58	48±9.6	≤67

表1 東京女子医科大学における正常値

*なお、当院で左室造影(LVG)と比較検討したところ、LVEFは同等の数値であるが、QGSのEDV値はLVGに比べ低い値となっている。

EDV値は、後述する一過性虚血性内腔拡大（TID）の評価で指標として用いる。

ポイント 4 アーチファクトによる心筋集積異常を判断する

1. フォトンの減衰 (attenuation) による集積低下画像 *高頻度 (図7-1)

①通常の仰臥位(supine position)でSPECT撮像した場合、男性の場合は特に下後壁の集積が相対的に低下する。この所見は、後壁（基部）により強く出る傾向があり、横隔膜による減衰が原因である。

②女性の場合には乳房による減衰が優位であり、前壁に集積の低下が認められる。一般に高齢者ほど前壁の基部より心尖部側に強く出ることが知られている。また、乳房の位置により負荷と安静で減衰する位置が変化することがあるので注意が必要である。

③最近では腹臥位(prone position)で追加撮像している施設もあり、その場合には男性の下後壁の減衰は改善するので(図7-2)、どのような条件で撮像しているかを確認する必要がある。

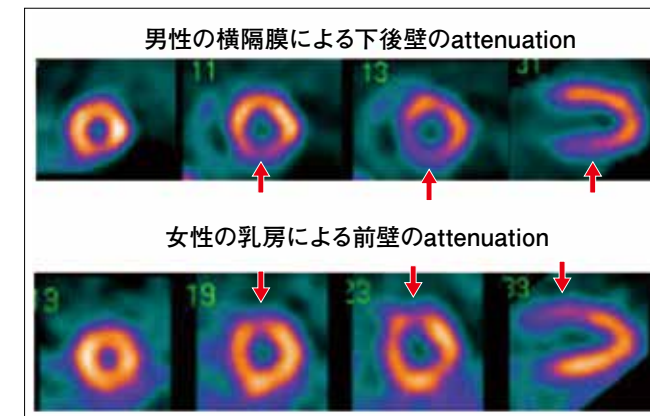


図7-1 男性・女性に特有なattenuationによる集積低下

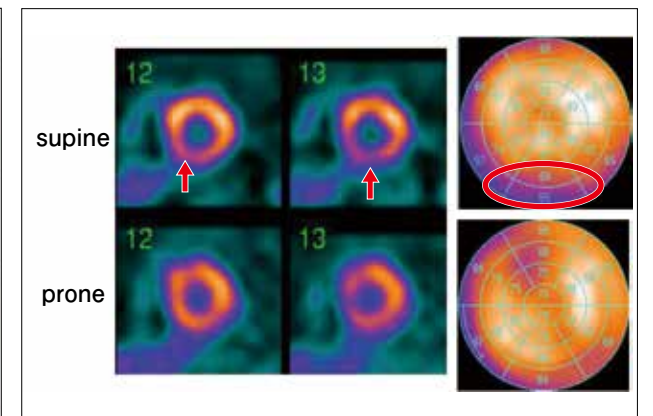


図7-2 prone撮像による下壁attenuationの改善

2. 隣接する心外高集積（肝臓、胆嚢、消化管）によるアーチファクト *高頻度

①Tc標識製剤の場合、左室心筋に隣接して肝臓集積が高い場合や、胆嚢集積が心臓の投影データと重なる場合、その程度が強いと隣接する下後壁の集積が偽欠損を生ずることがある。

②投与から撮像までの時間が短い場合に出現する頻度が高くなるため、この現象が頻発する場合には撮像開始時間を遅らせることを勧める（肝の高集積の場合60分程度待てばほぼ改善する）。

③下壁の集積低下の原因がアーチファクトによるものか真の欠損かどうかの判定は難しい場合がある。

④図8のように欠損と肝臓が連結しているように見える場合、アーチファクトの可能性が高い。

⑤TIの場合、肝臓の集積は相対的に低いので問題にならないが、胃や消化管への集積が隣接する下壁や後側壁に影響することがある。やはり隣接する領域でのみ認められ、負荷像で見られるため、安静像と比べて消化管への影響かどうかを判断すべきである。

⑥頻度は低いですがTc標識製剤でも胆嚢から排出されたRiが腸管に流出するので撮像のタイミングが悪いと高集積となりアーチファクトを生ずることがある。

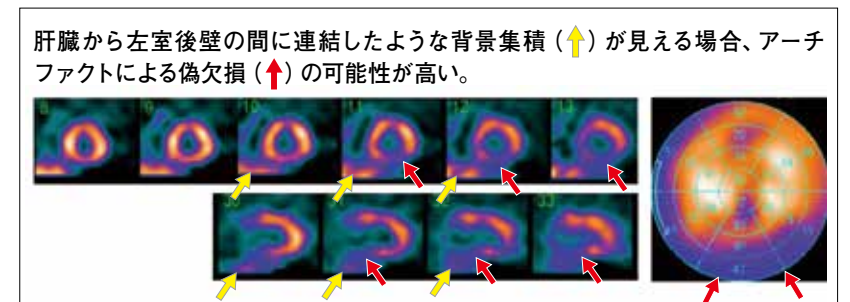


図8 肝高集積による下後壁のアーチファクト（偽欠損）

3. 体動やupward creepによるアーチファクト *低頻度

①SPECT撮像中に心臓の位置がずれると、再構成画像に歪みが生じて正しい集積分布が得られない。

②原因として撮像中の体動や運動負荷後早期に起こるupward creep（負荷直後に撮像すると心臓が下方から上方に移動する現象）などが上げられる。

③2～3カ所に偽集積亢進（↑）、その他の領域が偽集積低下（↓）を生じる。また、一見して左室の辺縁が不明瞭となり形状が歪んでいることが多い。

④このような冠動脈領域に合致しない集積低下分布を認めた場合、撮像中の投影データを確認して、撮像中に心臓の動きがないかどうかを確認する。検査担当技師と相談することを勧める。

⑤最近のSPECT装置には、体動等を補正するプログラムがあり、補正することが可能である(図9)。

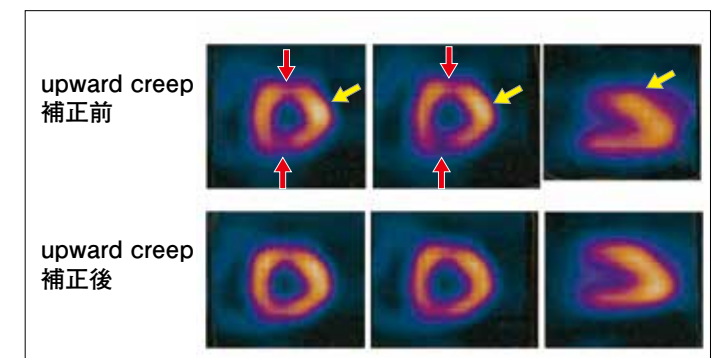


図9 心臓の撮像中上方移動 (upward creep) によるアーチファクトと補正

ポイント 5 SPECT像のスコアリングをする

- ①左室心筋全体を17分割し、各々のセグメントを5段階にスコアリングして合計点数を算出する(図10)。
- ②正常:0点~完全欠損:4点。正常例では負荷像・安静像(TIでは再分布像)とも総欠損スコアは0点。
- ③スコアリングは視覚的な方法もあるが、極座標表示上の%uptakeの値も目安となる。

表2に標準的なスコアの基準を示し、表3に冠動脈疾患(CAD)患者のリスク層別化を表す。

スコア	%uptakeの基準
0 正常	75-100
1 軽度低下	65-74
2 中等度低下	50-64
3 高度低下	40-49
4 完全欠損	<40

CAD重症度	SSS
正常	0-3
軽度異常	4-7
中等度異常	8-11
高度異常	≥12

表2

表3

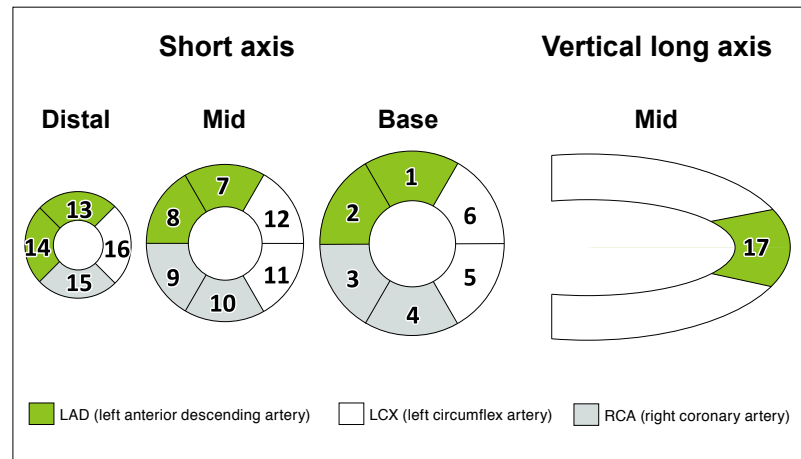


図10 左室心筋の17分割セグメントモデル

- この基準はあくまでも目安で、部位により重み付けを変化させる必要がある。
- 例えば、前壁基部~中隔基部については正常でも集積が低く描出されることから、視覚的な評価も加味してスコアリングをする必要がある。
- ポイント4で示したアーチファクト等による集積の低下と判断した場合には、基本的にスコアは0として記載する。
- これを自動で算出するプログラムも普及しており、日本核医学会の正常データベースを用いれば自動的にスコアが極座標上に表示することもできるので、参考値として参照されたい。

⇒負荷像セグメントの欠損スコア合計を、SSS (summed stress score)
⇒安静像セグメントの欠損スコア合計を、SRS (summed rest score)
⇒負荷像のスコアから、安静像のスコアを減じたものをSDS (summed difference score=SSS-SRS): 虚血スコアとして取り扱う。

上記のように算出するが、特にSSSやSDSはその後の虚血性心疾患の予後を反映するデータであり、臨床的に重要である。

また、虚血スコアとしてのSDSが全心筋の10%以上あると(17分割の場合にはSDS≥7の場合)、薬物療法より冠動脈血行再建が望ましいとするエビデンスもある。図11にスコアリングの実際を示した。

LAD領域の虚血例におけるスコアリングの実際。スコアリングは上段の断層画像で行うより、極座標上で行った方が再現性に優れる。1つのセグメント内の一部に欠損が含まれる場合にはそのセグメント全体の%uptakeの値に準じてスコアをつける。

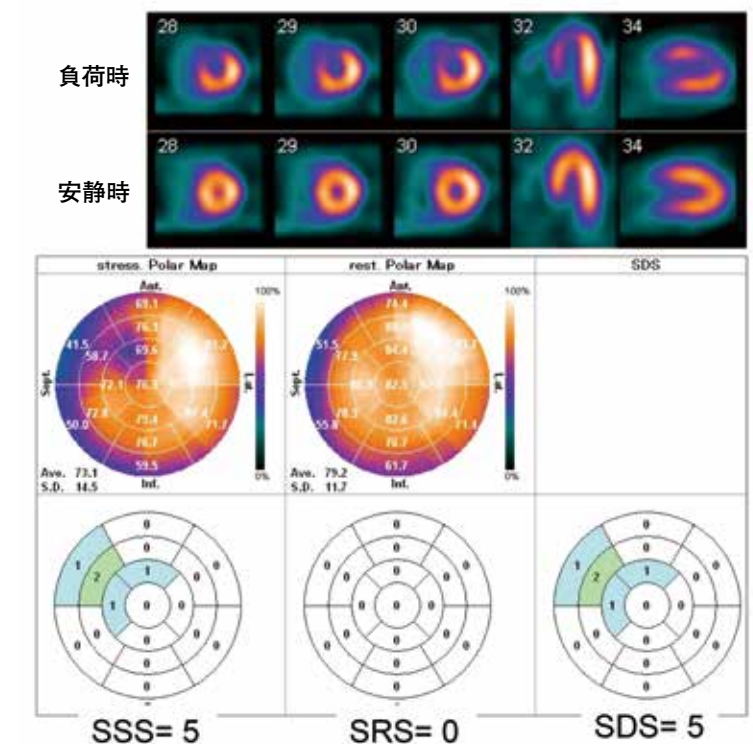


図11 極座標表示(Polar map)上で局所のスコアリングを行う

ポイント 6 心筋SPECT画像の読影を行う

1. 極座標表示を眺め、異常領域を大まかに把握する(図11中段)。TIではWORマップを虚血領域の把握に活用する(図3)。
2. 多断面SPECT表示(短軸、垂直断、水平断)を用い、ポイント5で示した局所のスコアリングを行う。
 - ①極座標と同時に負荷・安静(再分布)画像の灌流異常部位、安静時(再分布)のfill-in(負荷時に低下している部分に安静時に集積を認める)の確認。
 - ②左室の形状:局所の肥大や拡大など。
 - ③右室集積の有無:右室負荷あるいは左室全体の集積低下による相対的な右室集積増加の有無。
 - ④肺集積:高い集積があるかどうか?多枝病変や高度心不全で集積が高度になる可能性あり(後述)。
 - ⑤肝臓、消化管の集積を確認。高集積の場合、心筋集積に影響(アーチファクト)を生じる可能性も示唆。

3. 心電図同期SPECTデータを用いて診断する。

EDV・ESV・LVEFなどの数値データだけではなく、左室の3次元的な形状(左室リモデリングなど)も把握する。負荷時・安静時の左室サイズの差も重要である(一過性虚血性心腔拡大(TID)の有無:後述)。

*読影の順序としてはいくつかの方法がある。読影に用いる画像の種類により、適宜選択する。

ポイント 7 冠動脈に一致しない集積異常を認めた場合の判定

集積が低下した所見が必ずしも梗塞や虚血を示すとは限らない。特に、典型的な冠動脈領域と異なる範囲に欠損が認められる場合には以下の疾患あるいは病態を考える必要がある。

1. 中隔基部を中心とした再分布(fill-in)

- ①左脚ブロック症例で、特に運動負荷検査実施で高率に出現する(図12)。薬剤負荷でも出現する場合があるが、基本的には左脚ブロック症例は、運動負荷が可能でも薬剤負荷で行うべきである。
- ②冠動脈バイパス術直後で前下行枝#7に強い狭窄があり、末梢はバイパスで灌流されている場合にも中隔基部のみの虚血が認められる(図13)。

2. 前壁中隔基部の固定欠損あるいは再分布(fill-in)

心サルコイドーシスで高頻度に見られる(図14)。
*ただし、正常例でも基部の膜様部による低下が目立つことがあり、注意が必要。

3. 側壁や後下壁の固定欠損あるいは再分布(fill-in)

虚血性心疾患だけでなく、二次性心筋症・拡張相肥大型心筋症でも認められる。
*病歴などを参照して、虚血(梗塞)も否定できないが、心筋症による欠損の可能性を示唆する。

4. 特に安静像で心基部が全周性に集積低下が目立つ

心尖部肥大が強く疑われる。負荷像よりも安静像で見えることが多い。ECGで陰性T波を認めた場合は意識的にこの所見を確認すると良い(図15)。
*心基部が低下しているというよりは、心尖部の集積が強いことを示唆する。
*断層像を見ると心尖部に厚みが強調されていることが多い。

完全左脚ブロック例における運動負荷心筋血流シンチ画像

中隔基部を中心に一過性心筋灌流低下を認める。前下行枝(LAD)領域とは異なる集積低下のパターンを示す。

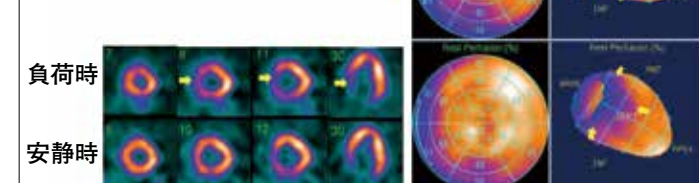


図12 完全左脚ブロックの症例

LITA-#8にバイパスされており、開存が確認されているが#7に90%狭窄があり、中隔枝領域に虚血が残存している。

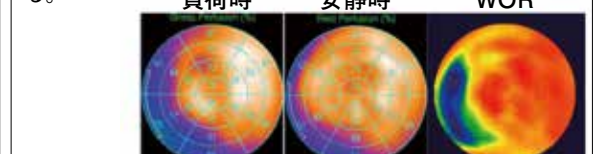


図13 冠動脈バイパス術後の残存虚血

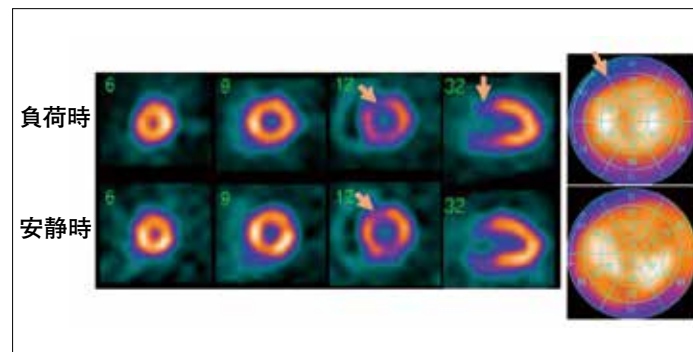


図14 前壁中隔基部に負荷TI SPECTで再分布を認めた心サルコイドーシス

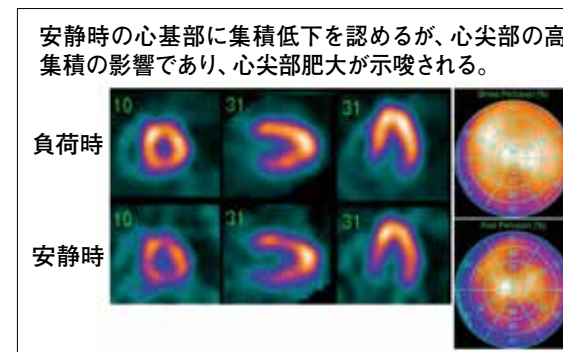


図15 心基部が全周性に低下する症例

ポイント 8 心筋血流以外の指標による虚血の判定

1. TIによる、左室全体のWOR

虚血心筋領域でWORは低下する。従って、病変枝数が多いほど左室全体の平均WORが低下している。運動負荷によるWORが35%未満であると多枝病変である可能性が極めて高い。

*著者らの施設データでは、多枝病変を検出する感度・特異度は運動負荷に限ると、WOR<42%を陽性とした場合、56%・82%、WOR<35%を陽性とした場合、24%・94%であった。

*薬剤負荷ではWORと多枝病変との間に有意な関連はない。WORは運動負荷のみで有効なパラメータである。

*透析患者は一般にWORが高値(>60%)のため、多枝病変でもWORが低くならない可能性がある。

2. 一過性虚血性内腔拡大 (Transient Ischemic Dilatation: TID)

①心筋SPECTの短軸断層画像で、負荷時左室内腔が安静に比べて視覚的に明らかに拡大が認められる場合をTID陽性とする。

②QGSによる拡張末期容量(EDV)で比較する場合は、おおよそ10%程度以上増加している場合を陽性と判断するが、使用核種、負荷方法により基準値が異なるので注意する。

③物理的に内腔が広がる場合と、左室内腔側に虚血が出現し、見かけ上内腔が広がるように見える場合がある。

•TID陽性の解釈(図16)：(1)多枝病変(2)糖尿病や左室肥大(3)薬剤負荷TI SPECTの小心臓例。

*必ずしもTID陽性=多枝病変とはならないので注意が必要である。

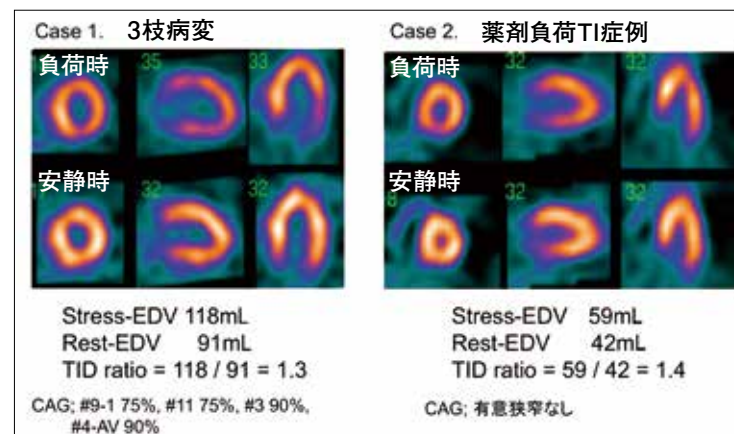


図16 薬剤負荷でTIDを認めた症例

3. 負荷時LVEFの一過性低下

①LVEFが正常範囲内で変動する場合は、測定誤差である可能性が高く、有意ととらない方がよい。

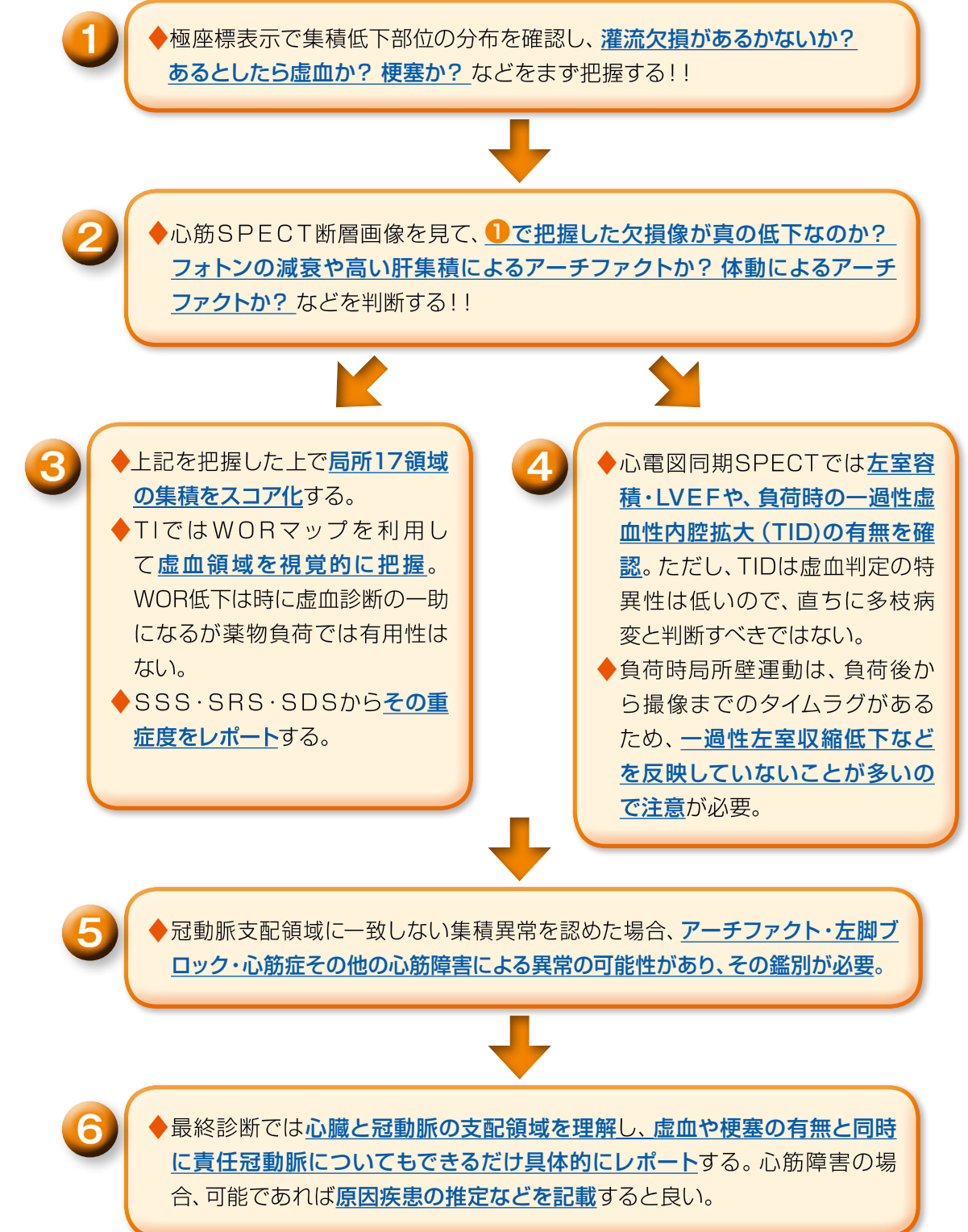
②TIの場合、負荷後10分以内に撮像することが多いため、負荷により出現した変化を反映している場合がある。しかし、TIでは数値の精度が落ちるので高度に低下した場合のみ陽性とすべきである。

③Tc標識製剤による負荷で、負荷後1時間程度経過したQGSでは壁運動が正常に改善している可能性があるため、高度虚血があってもLVEFの低下は起こらない場合が多いので注意を要する。

4. 負荷時肺集積増加

- ①図5のQGSの表示画面の右上にあるLHR(lung to heart ratio: 肺心臓集積比)を参照。
- ②虚血時左室拡張末期圧(EDP)が高くなるほど高値になる。多枝病変で頻度が高い。
- ③負荷時LHR>0.5で予後が不良といわれている。

読影の手順とポイントのまとめ



冠動脈の支配領域とSPECT画像の関連

左前下行枝 (LAD) 本幹の病変

前壁～中隔～心尖部に及ぶ血流欠損が見られる。図3（上段が負荷時像、下段が安静時像。また画像のオリエンテーションは上4段が左室短軸像、中2段が垂直長軸像、下2段が水平長軸像となっている）

図4は同症例の極座標表示（上は負荷時像、下は安静時像）。LAD領域がいかに大きい領域を灌流しているかが分かる。LADは心尖部を回り込みdistalのinferiorまで灌流している。これをwraps around LADと呼び、distal inferiorもLADの一部として読影する。

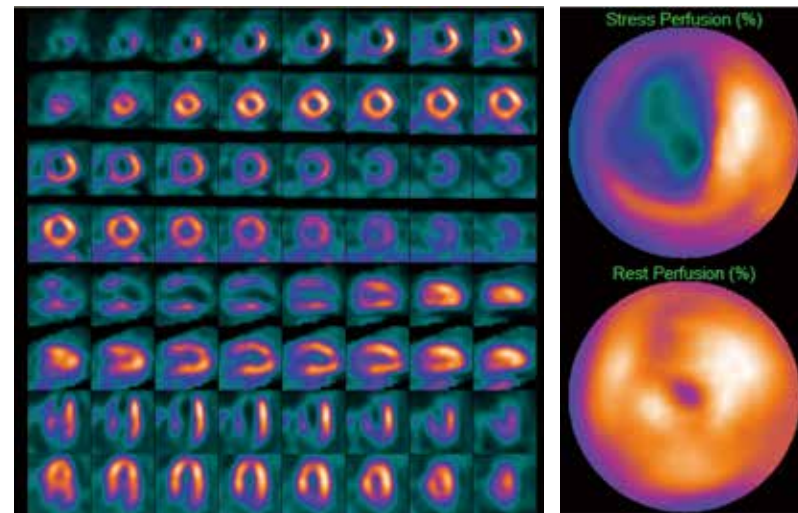


図3

図4

左冠動脈対角枝 (Diagonal branch) の病変

心基部～中部の左室前壁を中心とした血流欠損があり、前側壁方向に向かうがその領域は中隔や心尖部に及ばない（図5）。垂直長軸像では血流欠損が心尖部の手前でとどまっている（図5黄色の円で囲んだスライス）。同症例の極座標表示が図6である。

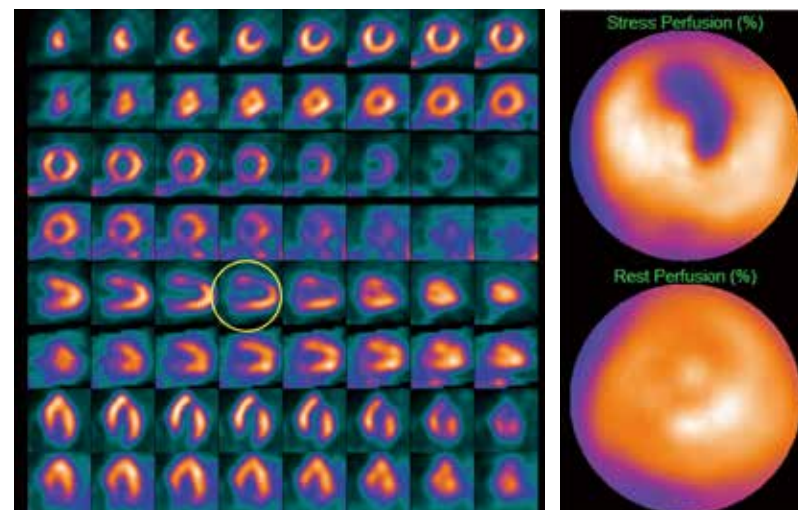


図5

図6

左回旋枝 (LCX) の病変

図7左室下側壁に完全再分布を伴う血流欠損を認める。

図8は同症例の極座標表示。

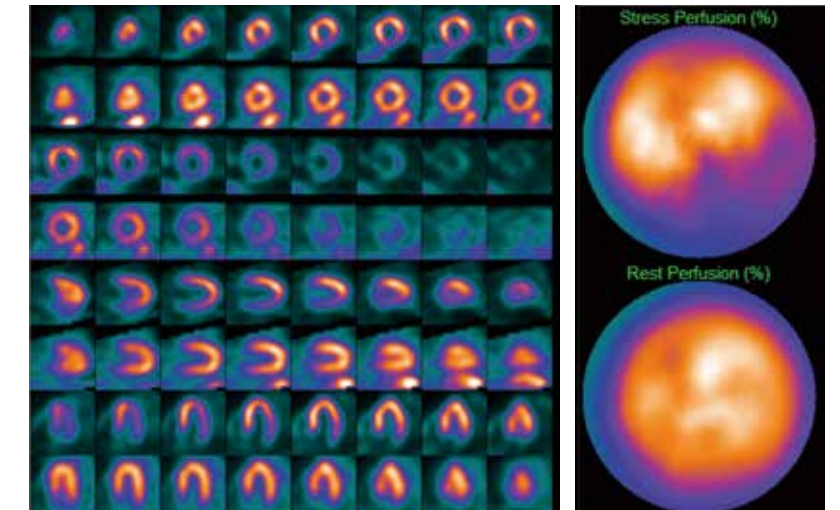


図7

図8

高位側壁枝 (High lateral branch) の病変

日本ではHigh lateralと呼ぶが米国ではRamus arteryと呼ぶ。この病変は心基部側では前側壁に血流欠損があり、中部～遠位部にかけて徐々に下側壁側に欠損が移動する。血管の走行に応じた血流欠損が生じる（図9）。

図10は同症例の極座標表示。

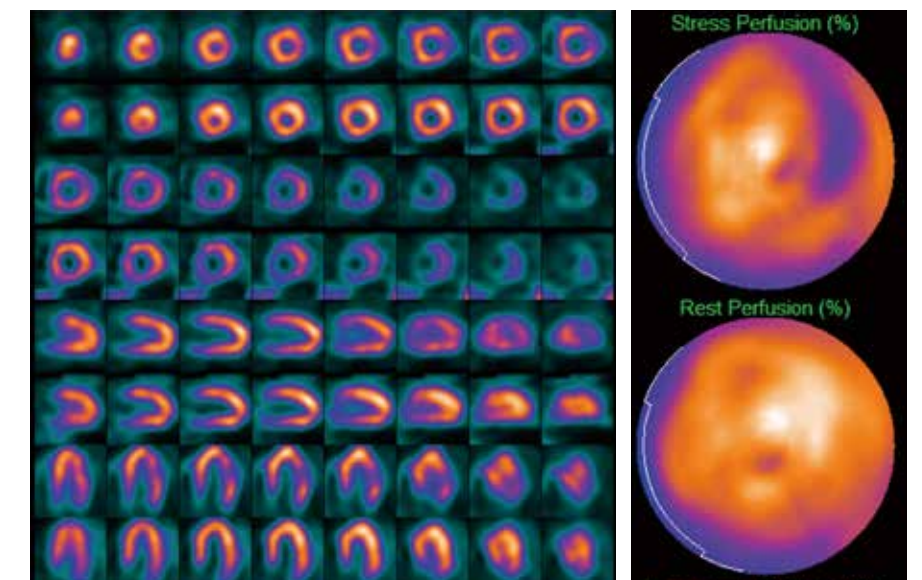


図9

図10

右冠動脈 (RCA) の病変

80%の症例でRCAは下壁を灌流するが、特に心基部の下中隔を含む欠損が特徴的である(図11黄色の円で囲んだスライス。負荷時像で心基部における血流欠損が下壁と下中隔に及んでいる)。

下壁を灌流している4PDは心室中隔の下部3分の1を灌流する(LAD由来の中隔枝は心室中隔の上部3分の2を灌流している)。

図12は同症例の極座標表示。

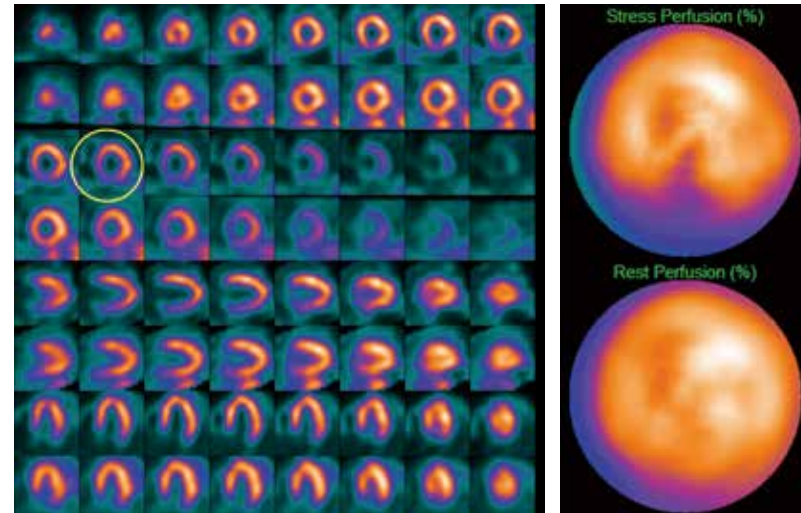


図11

図12

LAD, RCA, LCXの相互支配領域

左室下側壁はRCAの4AV(後側壁枝)とLCX #14(後側壁枝)の相互支配を受けており、そのdominancyは症例によって異なる。読影の際には下側壁欠損の中心が側壁寄りにあるか下壁寄りにあるかが、参考になる。側壁寄りであればLCX、下壁寄りであればRCAとして読影する。RCAの後側壁枝による血流欠損が下側壁に及ぶことはあっても、前側壁に及ぶことはなく、前側壁を含む血流欠損であればLCXの病変と考えられる(図13)。

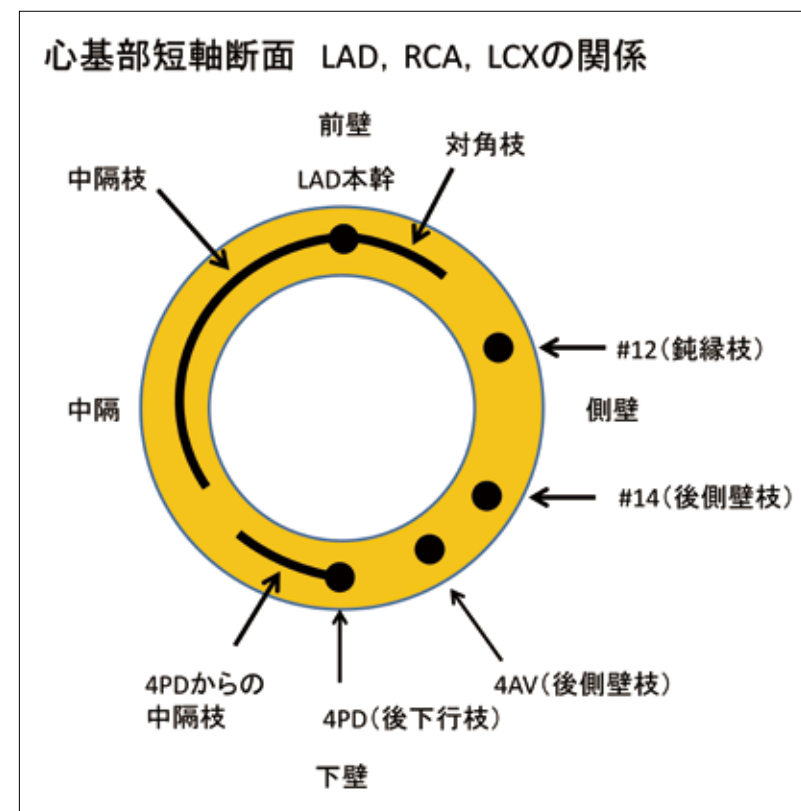


図13

症例 1

冠危険因子のある患者の血流欠損像の評価

- 症例は50歳代の男性。主訴は労作時息切れ。既往歴に33歳から糖尿病、糖尿病性腎症、脂質異常症、喫煙がある。
- 外来処方薬は利尿薬、スタチン、食後血糖低下薬。
- 現病歴として当院眼科にて糖尿病性網膜症の手術目的で、他院から紹介入院。
- 局所麻酔下、約1時間の手術を行う目的で当科術前コンサルトとなった。
- 術前検査データとして行われた心エコー図検査にて局所壁運動異常はなく、LVEFは57%と正常であった。
- 心電図を図14に示す。非特異的ST、T変化はあるが眼科手術は低リスク手術であり術前検査としてSPECTは必須ではない (appropriate use criteria: AUCでも非心臓手術のLow-Risk SurgeryにはSPECT検査は不適である)。

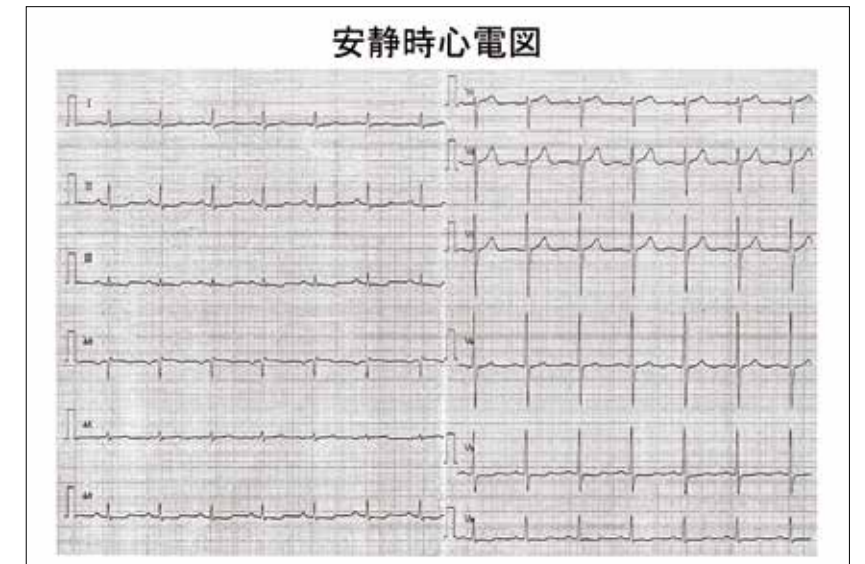


図14

- 眼科手術は無事終了したが、冠危険因子が累積しているため、ATP負荷で安静時TI、負荷時Tc心筋血流SPECTを施行した(図15)。

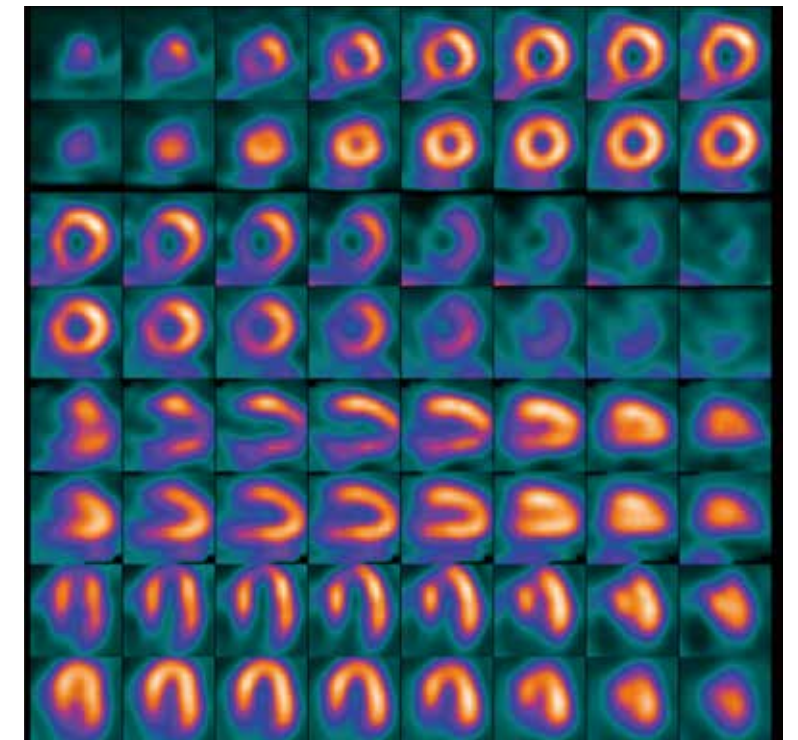


図15

負荷心筋画像 (図15) をどう読影するか？

まずLAD領域であるdistalのanteroseptum～apexにかけて完全再分布を認める。さらにbase～distalのinferiorにも不完全再分布を伴う。この病変はbaseのinferoseptumも含んでいるためRCA領域の心筋虚血と診断される。加えて負荷後のTIDが見られることから (TIDは $1.48 > 1.35$ ；本症例の使用核種である安静時TI、負荷時Tc標識製剤を用いた血管拡張性負荷の場合の正常範囲) 3枝病変も考慮する必要がある。実際のCAGでは3枝病変でありCABGが施行された。

またCABG 5年後のSPECTを図16に示す。血流は正常化していて、AUCでもCABGから5年経過している症例には術後評価目的のSPECT検査は正当化されている。

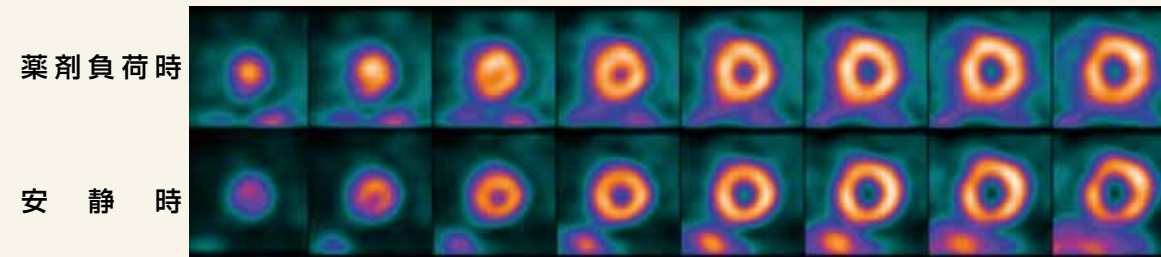


図16

症例 2

冠動脈の支配領域では説明できない軽度集積低下を認めた症例

- 70歳代の女性。ラクナ梗塞の既往があるが、冠危険因子は高血圧症のみで、安静時心エコー図では左室心機能は正常。
- リスク評価のために運動負荷 (エルゴメータ) SPECTを実施した。
- 負荷心電図はII, III, aVFにupslope型ST低下1.5mmを認め、陽性。

図17はSPECT短軸像である。どのように判断するか？

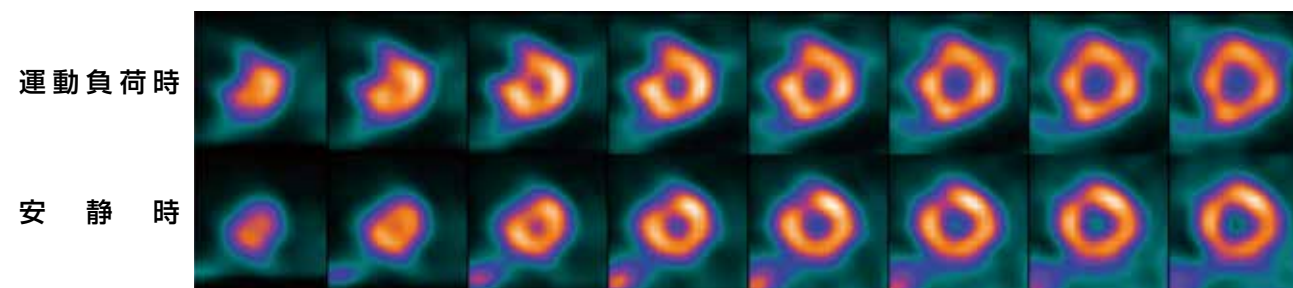


図17

負荷時像の左室の輪郭 (shape) が円型でないことと、mid～distalのanteroseptumに血流欠損が、すぐ目につく。安静時像の左室はほぼ円型であることと、負荷時像ではbaseのanterolateralやinferoseptumに軽度の集積低下を認めるが同セグメントのdistal側では血流欠損を認めないことに気付く。冠動脈の支配領域では説明できない集積低下である。最も気になるのは負荷時像の左室の輪郭 (shape) が円型ではない点である。これは、撮像中の体動によるアーチファクトとしてよく見られるものである。撮像中の体動の有無をsinogramでみると (図18上段)、補正前ではsinogramの連続性が失われているが (上段矢印)、体動補正プログラム (MOCO) で補正すると連続性が保たれアーチファクトは軽減する (図18下段)。実は本症例は図1 (P13) と同一症例における最近のスキャンである。

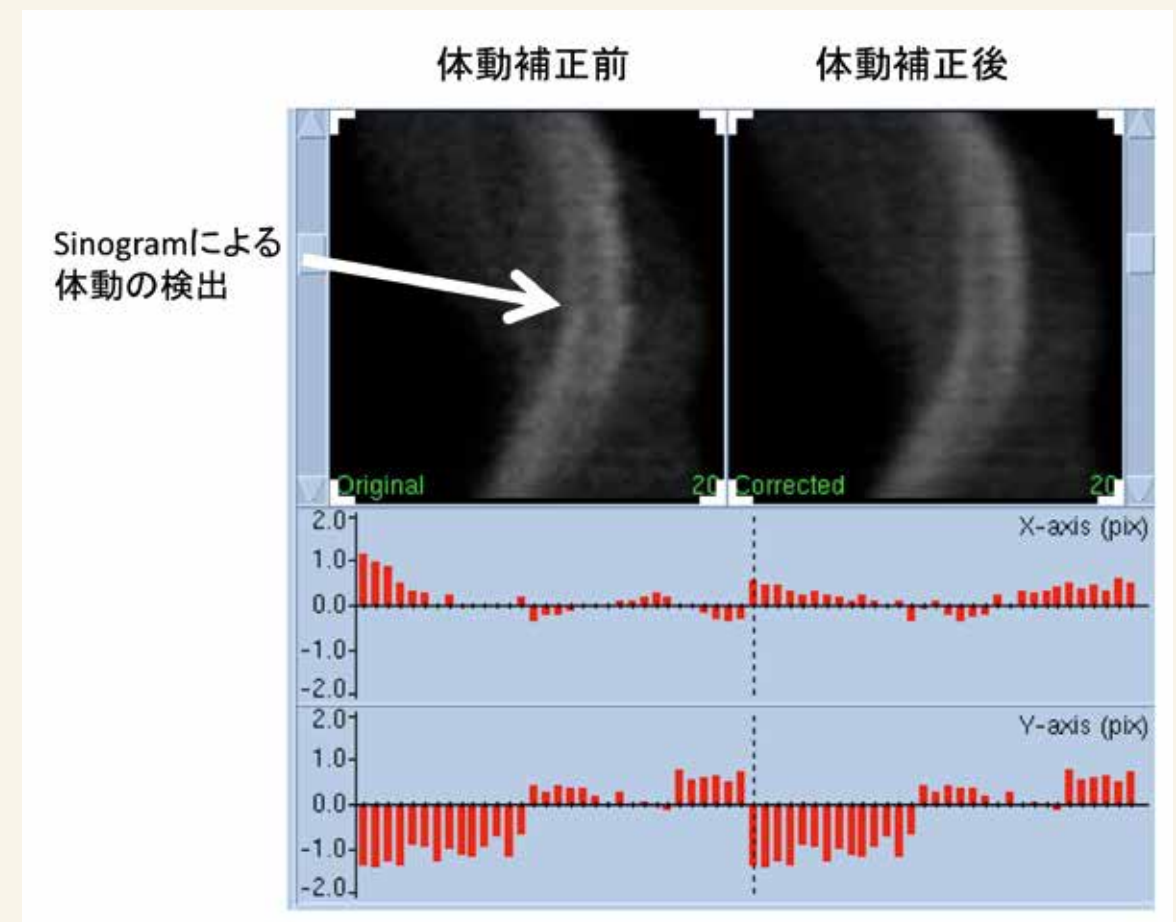


図18

症例 3

安静時・負荷時ともに 固定欠損を認める心筋の viability評価

- 60歳代の男性。高血圧症、糖尿病、脂質異常症で通院中。
- 心不全加療目的で入院しておりLVEFは20%台。
- 心不全の原因精査として、慢性腎臓病 (CKD) があるためアデノシン負荷SPECTを施行 (図19)。

どう読むか？ また次に必要な検査は？

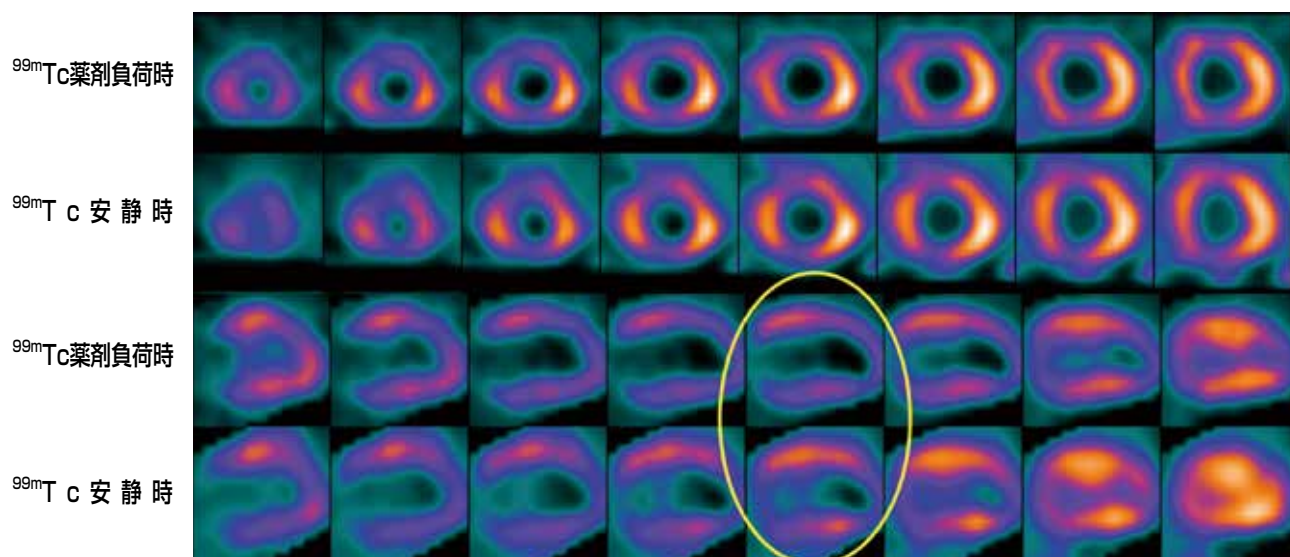


図19

短軸像を見ると負荷時像・安静時像共にLAD領域であるanteriorからapexにかけて固定性血流欠損を認める。septumとlateralを比較するとseptumの血流は相対的に低下している。またRCA領域であるinferiorにも固定性欠損があり、LAD・RCA領域の梗塞と思われる所見である。次に下段の垂直長軸像を見ると黄色の円で囲んだところでanteriorにfill-inが起こっていることが分かる。垂直長軸像は短軸像だけではわかりにくい前壁の読影に有効といえる。以上から2枝病変で梗塞+虚血心筋と診断された。

次に必要な検査は何か？ 心筋虚血があるのですぐにCAGでも良いが、梗塞心筋と思われる部位の心筋viabilityをTIで検索した (図20)。この結果から、梗塞と思われた部位のいずれにも再分布がありviabilityが存在することが分かり、PCIを行った。半年後のフォローアップSPECTではLVEFが41%と大幅に改善し、負荷後血流欠損もなくステント再狭窄なしと診断された。

Tc 負荷時

安静TI再分布

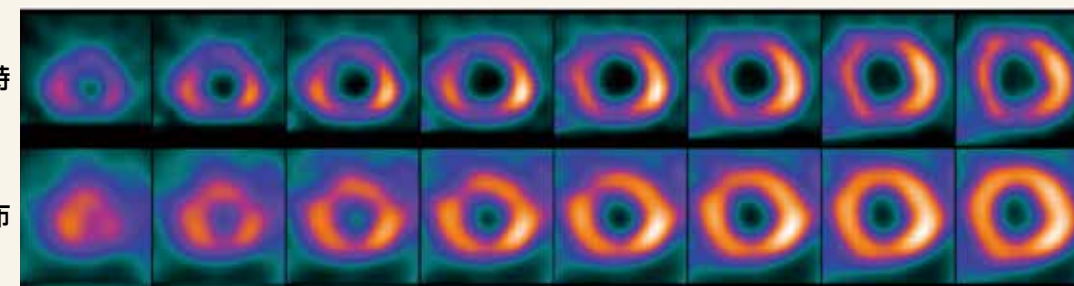


図20

心臓核医学検査による心筋viabilityの評価としては、負荷TI再分布像、TI・Tcの安静時像、負荷TI24時間再分布像、安静TI再分布像、 ^{18}F -FDG PET画像などがある。本症例のように梗塞心筋と思われる部位でのviability評価としては ^{18}F -FDG PETが最も優れている可能性が高いが、実施できる施設が少なく適応にも制限がある事から、本症例は安静TI再分布法を選択し良好な結果を得た。

症例 4

わずかな欠損しか認めない 壁運動低下症例

- 60歳代の男性。主訴：呼吸困難。
- 喫煙歴40年。
- 心エコー図にて全体的壁運動低下 (global hypokinesis) を認めたため心筋虚血の精査のためにアデノシン負荷心筋血流SPECT検査を施行した (図21)。
- QGSによるLVEFは30%台で左室壁は全体的壁運動低下を示していた。

考えられる診断は？

薬剤負荷時

安静時

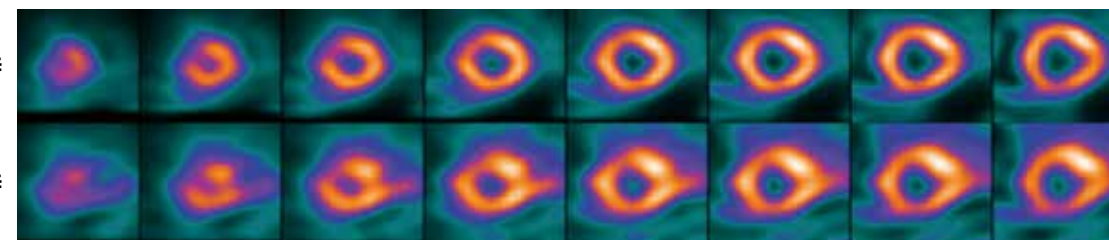


図21

本症例では負荷時像・安静時像共にdistal anteroseptumに固定性のわずかな欠損を認めるものの、その他に異常は無くQGSがglobal hypokinesisを示していることから1次性または2次性 (弁膜症によるものなどを含む) 拡張型心筋症と読影する。

症例 5 陽性所見とアーチファクトとの鑑別

- 50歳代の男性。非典型的胸痛を主訴に紹介された。
- これまで心疾患を指摘されたことはない。
- 安静時心電図：心室内伝導遅延を認める。
- 胸痛精査で行われたTc SPECT（短軸像）を示す（図22）。

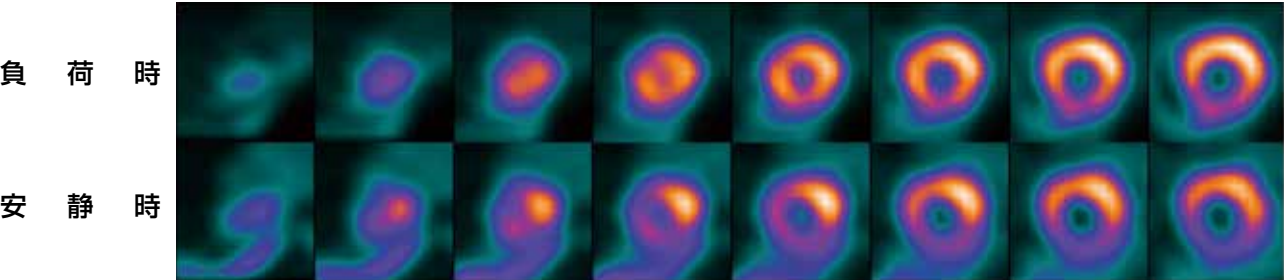


図22

考えられる診断は？

本症例は非典型的胸痛を訴えており検査前確率は中等度である。従ってSPECT検査の良い適応となる。

負荷時像・安静時像共にinferiorに固定性欠損を認めるものの明らかなfill-in像は認めない。この場合、診断は2つ考えられる。ひとつはRCA領域の心筋梗塞症、もうひとつは下壁の吸収減弱現象による正常範囲である。両者の鑑別には2通りあり、ひとつは固定性欠損の部位の局所壁運動をQGSソフトウェアで見るという方法で、局所壁運動が正常であれば心筋梗塞でなく正常と判断する。他方、もしQGSが使えない場合は腹臥位撮像法（prone position イメージング）を活用する方法がある。これは患者を腹臥位としテーブルの下方から撮像する方法で、この体位で撮像すると心臓が横隔膜から遠ざかり、inferiorのアーチファクトが軽減する。図23に示す様にprone position イメージングでは下壁のアーチファクト（吸収）の軽減ができる。Prone position イメージングの際に気を付けなければいけないのは、時にdistal anteroseptumに偽性欠損が見られることである。これは腹臥位によって心臓が胸骨に近づき胸骨によるattenuationと説明されている。



supine撮像

prone撮像

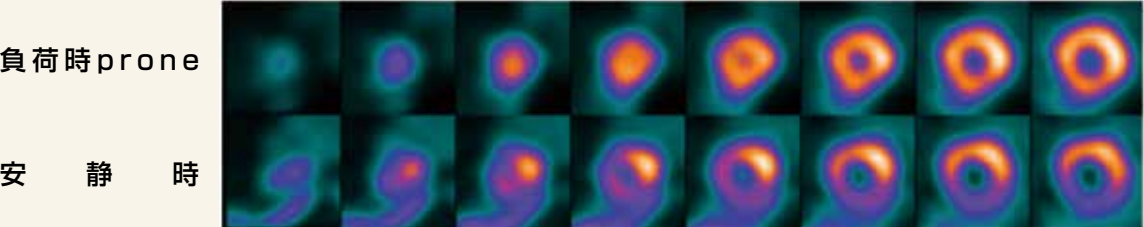


図23

症例 6 重症多枝病変の評価

- 50歳代の男性。安静時心電図で軽度のST低下を指摘され紹介となる。
- トレッドミル運動負荷心電図で高度ST低下。
- 安静時TI、負荷時Tc標識製剤心筋血流SPECTを行った。（図24）

どう読影するか？

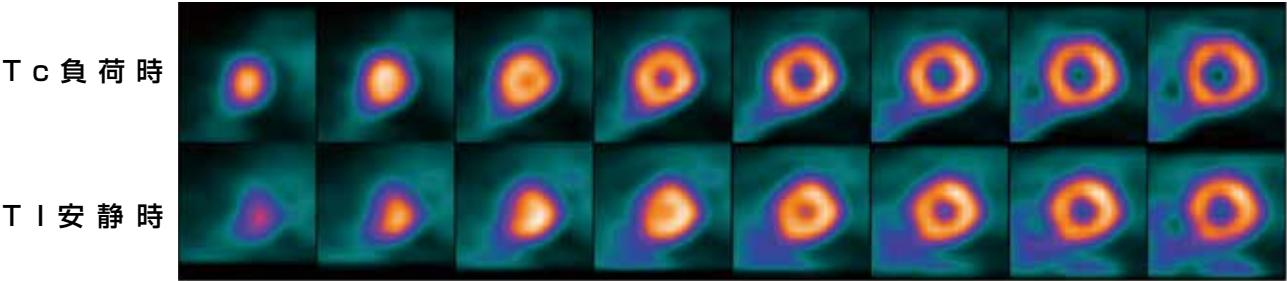


図24

TID:1.40

本症例は通常用いているTIの負荷・安静法やTc標識製剤を用いた安静・負荷法または負荷・安静法とは異なり、Dual isotope法が用いられている。TIはTc標識製剤よりも左室心筋をやや厚く、また左室内腔をやや小さく描出する。図24ではTc負荷時像・TI安静時像共に有意な血流欠損はないが、左室の内腔同士を比較すると明らかにTc負荷時像の内腔が大きい。

ソフトウェアを用いた内腔の比（負荷後の内腔を安静時の内腔で割ったもの）を一過性虚血性内腔拡大（TID）といい、本症例では1.40と異常値である。

TIDが異常な場合にはLMT病変や3枝病変などによる虚血が存在することが多く、たとえ心筋perfusionが正常な場合でも必ず冠動脈疾患の可能性を報告すべきである。

本症例の冠動脈造影検査ではLAD #5が90%狭窄であった。表1は異常TIDの範囲である。読影にあたって異常心筋量（SSS・SDS値など）に気を配って報告することは重要であるが、LMT病変や3枝病変では有意な血流欠損が描出されずTID異常のみのがあり、シンチグラフィによる過小評価に気を付けるべきである。

	運動負荷	血管拡張剤負荷
Tc標識製剤	1.15<	1.20<
TI	1.1<	1.15<
安静時TI・負荷時Tc標識製剤 (Dual isotope) 法	1.22<	1.35<

表1 異常TIDの範囲