

循環器病の診断と治療に関するガイドライン（2009年度合同研究班報告）

【ダイジェスト版】

心臓核医学検査ガイドライン（2010年改訂版）

Guidelines for Clinical Use of Cardiac Nuclear Medicine (JCS 2010)

合同研究班参加学会：日本循環器学会，日本医学放射線学会，日本核医学会，日本小児循環器学会，
日本心臓核医学会，日本心臓病学会

班 長 玉 木 長 良 北海道大学大学院医学研究科病態情報学講座核医学分野

班 員 日下部 きよ子 東京女子医科大学画像診断・核医学科

汲 田 伸一郎 日本医科大学放射線医学

島 本 和 明 札幌医科大学第二内科

千 田 彰 一 香川大学総合診療部

西 村 恒 彦 京都府立医科大学大学院医学研究科放射線診断治療学

松 崎 益 徳 山口大学大学院医学研究科循環病態内科学

山 崎 純 一 東邦大学医療センター大森病院循環器内科

山 科 章 東京医科大学第二内科

協力員 石 田 良 雄 関西労災病院核医学診療部

岩 藤 泰 慶 香川大学循環器・腎臓・脳卒中内科

協力員 木 曾 啓 祐 国立循環器病センター放射線診断部

桐 山 智 成 日本医科大学放射線医学

近 藤 千 里 東京女子医科大学放射線科画像診断・核医学科

近 森 大志郎 東京医科大学第二内科

中 嶋 憲 一 金沢大学医薬保健研究域医学系核医学

中 田 智 明 札幌医科大学附属病院第二内科

松 本 直 也 駿河台日本大学病院循環器科

山 科 昌 平 東邦大学医療センター大森病院循環器内科

山 本 健 山口大学大学院医学研究科循環病態内科学

吉 永 恵一郎 北海道大学大学院医学研究科連携研究センター・分子・細胞イメージング部門光生物学分野

外部評価委員

大 鈴 文 孝 防衛医科大学校第一内科学

竹 石 恭 知 福島県立医科大学循環器・血液内科学

土 居 義 典 高知大学医学部老年病科・循環器科

西 村 重 敬 埼玉医科大学循環器内科

藤 田 正 俊 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻

（構成員の所属は2010年1月現在）

目 次

改訂にあたって…………… 2

I. ガイドライン作成の基本方針…………… 2

1. 背 景 …………… 2

2. 基本方針 …………… 3

3. 検査手技について …………… 3

4. 病態および疾患における検査方法の選択 …………… 3

II. ガイドラインの実際：検査手技について…………… 3

1. 心筋血流イメージング …………… 3

2. I-123-MIBGを用いた心筋交感神経イメージング …… 4

3. I-123-BMIPPを用いた心筋脂肪酸代謝イメージング 4

4. Ga-67-citrateを用いた炎症イメージング …………… 4

5. 心プールシンチグラフィ …………… 4

6. ポジトロン断層法（PET）…………… 4

7. 負荷方法 …………… 5

8. 小児における特徴と留意点 …………… 5

III. 心疾患および病態における核医学検査の使用法…………… 5

1. 急性冠症候群 …………… 5

2. 慢性冠動脈疾患 …………… 6

3. 心不全 …………… 6

4. 心筋バイアビリティ評価 …………… 6

（無断転載を禁ずる）

改訂にあたって

心疾患の診療における心臓核医学検査は、診断、重症度評価、治療方針の決定や予後評価に広く用いられている。このガイドラインは、心臓核医学検査について、これまでの報告を基に、検査の有用性とエビデンスレベルについて総括し、心疾患の診療に心臓核医学検査を有効かつ効率的に使用することを提案することを目的としている。前半は、検査手技ごとの特徴や有用性について概説し、後半では心疾患および病態における核医学検査の使用方法について述べる。核医学的手段による心疾患診断のための診断基準委員会報告(1989～1991年, 福崎班)および新しい循環器用放射性医薬品の臨床的適応の標準化に関する研究(1998年, 杉下班)、さらに2003年にAHA/ACC/ASNCの心臓核医学検査のガイドラインが発表されているが¹⁾、本ガイドラインでは、欧米報告に加えて我が国の報告についても詳細に検討し、我が国における心臓核医学検査のガイドラインを提案する。

作成班は、2005年度に作成したガイドラインを基に、この5年間の心臓核医学領域に関する知見の進展を取り入れ改訂を行った。これまで英文で発表された研究論文についてコンピュータを用いて文献検索を再度行い、最新の文献を追加した。今回文献数は1,000を超えた。さらに近年心臓核医学検査の重要性が明らかになった分野については新たな記載を追加した。文献検索の期間については、検査手技に応じて決定した。選択された論文を詳細に検討し、以下に示すクラス分類およびエビデンス分類を行った。これらの分類については、作成班内において十分な討論を行い、意見の一致を認めた点および見解の不一致が認められた点についても記載した。なお初版では重複の見られたクラス分類、エビデンス分類の表を整理して、利用しやすいように配慮した。

検査の有用性は、これまでのガイドラインの記載方法に従い、以下の分類方法を用いた。

クラスⅠ：手技、治療が有効、有用であるというエビデンスがあるか、見解が広く一致している

クラスⅡ：手技、治療の有効性、有用性に関するエビデンスが必ずしも見解が一致していない

クラスⅡa：エビデンス、見解から有用、有効である可能性が高い

クラスⅡb：エビデンス、見解から有用性、有効性がそれほど確立されていない

クラスⅢ：手技、治療が有効、有用でなく、時に有害となるエビデンスがあるか、あるいは見解が広く一致している

エビデンスレベルについては、以下の分類を用いた。

レベルA：400例以上の症例を対象とした複数の多施設無作為介入臨床試験で実証された、あるいはメタ解析で実証されたもの

レベルB：400例以下の症例を対象とした複数の多施設無作為介入臨床試験、よくデザインされた比較検討試験、大規模コホート試験などで実証されたもの

レベルC：無作為介入試験はないが、専門医の見解が一致したもの

本ガイドラインの改定版は外部評価委員による評価を受け、日本循環器学会および合同研究班参加学会の承認を得て、日本循環器学会のホームページ上に公表される。また、ダイジェスト版を作成し、本ガイドラインの普及の一助とする。このガイドラインの改定版が、文献検索やエビデンスの検索はもちろん、日常診療の上で利用しやすいものであることを願っている。

I

ガイドライン作成の基本方針

1 背景

心疾患の診療における心臓核医学検査は、診断、重症

度評価、治療方針の決定や予後評価に広く用いられている。このガイドラインは、心臓核医学検査について、これまでの報告を基に、検査の有用性とエビデンスレベルについて総括し、心疾患の診療に心臓核医学検査を有効かつ効率的に使用することを提案することを目的として作成した。前半は、検査手技ごとの特徴や有用性について概説し、後半では心疾患および病態における核医学検査の使用方法について述べる。

2 基本方針

核医学的手段による心疾患診断のための診断基準委員会報告（1989～1991年，福崎班）および新しい循環器用放射性医薬品の臨床的適応の基準化に関する研究（1998年，杉下班）を参考に議論し，心疾患および病態における核医学検査の使用方法について検討した。2003年にAHA/ACC/ASNCの心臓核医学検査のガイドラインが発表されているが，本ガイドラインでは，欧米報告に加えて我が国の報告についても詳細に検討し，我が国における心臓核医学検査のガイドラインを提案する。作成班は，2005年度に作成したガイドラインを基に，この5年間の心臓核医学領域に関する知見の進展を取り入れ改訂を行った。これまで英文で発表された研究論文についてコンピュータを用いて文献検索を再度行い，最新の文献を追加した。選択された論文を詳細に検討し，クラス分類およびエビデンス分類を行った。これらの分類については，作成班内において十分な討論を行った。なお初版では重複の見られたクラス分類，エビデンス分類の表を整理して，利用しやすいように配慮した。さらに近年心臓核医学検査の重要性が明らかになった分野については新たな記載を追加した。

検査の有用性は，これまでのガイドラインの記載方法に従い，以下の分類方法を用いた。

クラスⅠ：手技，治療が有効，有用であるというエビデンスがあるか，見解が広く一致している

クラスⅡ：手技，治療の有効性，有用性に関するエビデンスが必ずしも見解が一致していない

クラスⅡa：エビデンス，見解から有用，有効である可能性が高い

クラスⅡb：エビデンス，見解から有用性，有効性がそれほど確立されていない

クラスⅢ：手技，治療が有効，有用でなく，時に有害となるエビデンスがあるか，あるいは見解が広く一致している

エビデンスレベルについては，以下の分類を用いた。

レベルA：400例以上の症例を対象とした複数の多施設無作為介入臨床試験で実証された，あるいはメタ解析で実証されたもの

レベルB：400例以下の症例を対象とした複数の多施設無作為介入臨床試験，よくデザインされた比較検討試験，大規模コホート試験などで実証されたもの

レベルC：無作為介入試験はないが，専門医の意見が一致したもの

3 検査手技について

核医学検査に用いる放射性薬剤により検査手技を分類し，心電図同期法，PET，画像融合法についての項目を加えた。さらに，負荷方法と小児における核医学検査についての項目の分類を行った。心筋血流イメージングについては，TI-201とTc-99m標識心筋血流イメージングに分類して記載した。I-123-MIBGを用いた心筋交感神経イメージング，I-123-BMIPPを用いた心筋脂肪酸代謝イメージングおよびGa-67-citrate，Tc-99m-ピロリン酸（PYP）を用いた検査について記載した。

4 病態および疾患における検査方法の選択

急性冠症候群，慢性冠動脈疾患，心不全および心筋バイアビリティ評価における検査方法の選択についての記載を行った。

Ⅱ

ガイドラインの実際： 検査手技について

1 心筋血流イメージング

心筋血流イメージングは，心臓核医学検査の主要な検査法として確立されている。安静時および運動や薬剤を使用した負荷検査により心筋虚血・冠血流予備能の異常を簡便かつ非侵襲的に評価することができるという特徴を有している。冠動脈造影検査による冠動脈の形態的情報とは異なった機能的情報を提供する。また，定量的評価に適し，心電図同期イメージングを用いることで，心筋血流状態と左心機能の定量的評価にも有用である。心筋虚血，梗塞の診断，重症度評価，生存心筋の判定，血行再建術の適応決定，治療効果判定などの冠動脈疾患の臨床に広く利用され，心不全や心筋症などの病態や重症度評価にも用いられている。さらに，多くのデータから予後評価にも有用であることが明らかになっている。

虚血性心疾患における心筋血流イメージング

(Class I Level B)

負荷心筋血流シンチグラフィによる虚血の存在診

断	(Class I Level B)
心筋梗塞の部位診断	(Class I Level B)
胸痛症例における診断	(Class II a Level C)
心筋バイアビリティ診断	(Class I Level B)
予後評価・リスク層別化	(Class I Level B)
治療効果判定	(Class I Level B)

2 I-123-MIBGを用いた心筋交感神経イメージング

I-123 MIBGの心筋集積は、心臓交感神経終末の分布を反映することから、集積欠損の観察から局所的な除神経状態を検出することが可能である。また、心臓からのクリアランスは、交感神経活動状態を反映すると考えられ、心不全に伴う交感神経活性亢進を評価することができる。

（補足）心不全の予後評価については、拡張型心筋症を中心に検討がなされてきたが、虚血性心疾患に伴う心不全における有用性も報告されている。糖尿病では、心疾患を認めなくても左室下壁にI-123 MIBGの集積低下が認められることに留意する必要がある。

心不全の重症度と予後評価	(Class I Level B)
心不全の治療効果の評価	(Class II a Level C)
不整脈疾患	(Class II b Level C)

3 I-123-BMIPPを用いた心筋脂肪酸代謝イメージング

不安定狭心症の診断に有用であり、急性冠症候群の急性期、負荷困難例、虚血誘発困難例において診断価値が高い。冠攣縮性狭心症における診断精度も高い。さらに、気絶心筋や冬眠心筋において、心筋血流とI-123-BMIPP集積の乖離が認められ、心筋虚血の病態の評価に有用である。また、I-123-BMIPP集積低下は、虚血性心疾患の予後評価にも利用されている。

不安定狭心症の診断	(Class I Level B)
急性心筋梗塞の診断	(Class II b Level C)
冠攣縮性狭心症の診断	(Class II a Level C)
重症度評価・予後評価	(Class II b Level C)

4 Ga-67-citrateを用いた炎症イメージング

Ga-67-citrateは、心サルコイドーシスにおける心筋病変の評価や心筋炎および感染性心内膜炎の補助診断として用いられる。

5 心プールシンチグラフィ

心プールシンチグラフィは、精度の高い心機能評価方法として広く用いられている。最近では心エコーの精度と技術向上や心電図同期SPECTの普及に伴い心RIアンギオグラフィを用いた心機能解析の件数は少なくなっている。心プールシンチグラフィ検査による機能低下の所見は、心毒性の検出に有用で化学療法の施行と併せた安静時心プールシンチグラフィ検査での経時的な心機能評価は米国において汎用されており、国内においてもさらに用いられてよい検査である。

左心機能評価と経過観察	(Class I Level B)
右心機能評価	(Class II a Level B)
心毒性のある薬剤を使用する際の心機能の経過観察	(Class I Level B)
先天性心疾患の心機能、シャント評価	(Class II b Level B)

6 ポジトロン断層法（PET）

心臓領域のPET検査におけるエビデンスとしては、¹⁸F fluorodeoxyglucose (F-18-FDG)による心筋バイアビリティの診断および心筋血流イメージングであるRubidium-82、¹³N ammoniaによる冠動脈疾患診断について確立されている。近年負荷心筋血流PETによる心血管疾患の予後評価についてもエビデンスが蓄積され始めている。

PETを用いることで、心筋血流量の定量や心筋血流予備能を評価することが可能であり、虚血性心疾患の重症度評価や心筋微小循環障害の定量的診断が可能である。さらに、動脈硬化の早期病変の検出や治療効果の判定が可能である。

F-18-FDG-PET検査

心筋バイアビリティ診断	(Class I Level B)
心筋血流PET検査	

虚血性心疾患の診断 (Class I Level B)
 定量的冠血流予備能の評価 (Class II b Level C)

7 負荷方法

負荷方法は、運動負荷と薬物負荷に大別される。薬物負荷薬剤としては、冠血管拡張作用を有するジピリダモール、アデノシン、アデノシン三リン酸 (ATP) などが使用されている。通常は運動負荷を実施する。運動負荷に適さない症例に対しては薬物負荷の手法が用いられる。負荷方法の特徴について理解し、負荷時の症状や心電図所見も併せて、心筋血流イメージングの評価をしていくことが重要である。

運動負荷心筋血流イメージングの適応
 虚血性心疾患を疑う場合の診断 (Class I Level B)

(補足) 負荷誘導剤として、アデノシンが2005年6月に薬価収載された。

薬物負荷心筋血流イメージングの適応例
 適切な運動負荷が施行できない症例 (Class I Level B)
 脚ブロックや心室ペースング症例 (心電図診断困難例) (Class I Level B)

8 小児における特徴と留意点

小児における心筋血流イメージングは、対象疾患として先天性ならびに後天性冠動脈疾患 (主に川崎病)、心筋症、心筋障害、右室圧負荷などが適応となる。負荷法としては運動負荷よりも薬剤負荷が適切な場合が多い。小児心筋血流イメージングを施行し、診断するにあたっては、その特殊性に留意することが必要である。

心筋血流イメージングによる小児の心筋虚血評価 (Class II a Level B)

心筋血流イメージングによる右室圧負荷の推定 (Class I Level C)

心プールシンチグラフィによる心機能評価 (Class II b Level B)

III

心疾患および病態における核医学検査の使用方法

1

急性冠症候群

急性冠症候群 (ACS) を疑う胸痛症例の診断には、Tc-99m 標識心筋血流イメージング法が用いられている。急性期に、Tc-99m 標識心筋血流製剤を投与することで、リスク心筋のイメージングおよび後日の心筋イメージングの再検による救済心筋評価の有用性が報告されているが、救急外来での利用については実施できる施設の点で限界がある。急性冠症候群の早期に施行される心筋血流イメージングは、リスク層別化の重要な因子であり、心電図同期法を併用することにより診断能が向上したことが報告されている (表1)。

I-123-BMIPP 心筋脂肪酸代謝イメージングによる梗塞心筋の診断精度は、心筋血流イメージングと同等であるが、不安定狭心症の診断では優っている。発症早期の負荷検査が困難な場合、負荷では誘発困難な病態などにおいては、安静時における心筋 I-123-BMIPP イメージングの有用性が高い。

表1 急性冠症候群の診断に関するイメージング

適 応	検 査	ク ラ ス	エビデンスレベル
心筋梗塞の診断	Tl-201, Tc-99mMPI	I	B
梗塞サイズ推定	Tl-201, Tc-99mMPI	I	B
血行再建術効果判定	Tl-201, Tc-99mMPI	I	B
予後評価/リスク層別化	Tl-201, Tc-99mMPI I-123-BMIPP	II a II b	B C
胸痛症例の鑑別	Tl-201, Tc-99mMPI I-123-BMIPP	II a II a	C C
不安定狭心症の診断	I-123-BMIPP	I	B

MPI = 心筋血流イメージング

2 慢性冠動脈疾患

慢性冠動脈疾患の診断における心筋血流イメージングの有用性は、冠動脈疾患の存在の検査前可能性（pretest probability）が中等度であると考えられる症例において特に高いとされている。心電図同期イメージングを用いることで、血流と心機能の同時評価が可能であり、心筋血流イメージングにおけるアーチファクトと梗塞の鑑別においても有用であり、診断能の向上が可能である。さらに、負荷時の心筋血流欠損の重症度を視覚的に半定量的に評価することで心血管イベントによる予後評価やリスクの層別化に有用である（表2）。

3 心不全

心機能の評価には、心プールシンチグラフィが用いられてきたが、心エコーによる心機能計測の精度の向上や心電図同期SPECTの普及により、心プールシンチグラフィの施行は減少傾向にある。心電図同期SPECTを用いることで、心筋血流イメージングと同時に心機能を評

価することが可能である。

心不全の原因として、虚血性心疾患の関与について評価するために心筋血流イメージングは有用であり、虚血性と非虚血性心不全の鑑別診断などの病態把握に重要な情報を提供する。心電図同期イメージングにより心筋血流および壁運動を同時に評価することにより診断能が向上することが報告されている。心筋血流異常は、心不全の重症度の評価にも用いられる。また、I-123-MIBG心臓交感神経イメージングは、心不全の重症度や治療効果および予後の予測にも有用である。

4 心筋バイアビリティ評価

心筋バイアビリティ診断には、心筋血流イメージング、やF-18-FDG PETが用いられている。壁運動が低下し、左室駆出分画が低下している症例に対して、F-18-FDG PETを用いて血流-糖代謝のミスマッチの有無を判定し心筋バイアビリティを判定する。ミスマッチすなわち生存心筋を認める場合は血行再建により壁運動、左室駆出分画が改善され、予後の改善が期待されるため、血行再建術の適応を決定する上で有用である。

表2 慢性冠動脈疾患の診断に関するイメージング

適 応	検 査	ク ラ ス	エビデンスレベル
虚血の存在診断	負荷心筋血流イメージング	I	B
心筋バイアビリティ診断	Tl-201, Tc-99mMPI	I	B
心機能評価	PET	I	B
	心プールスキャン	I	B
	心電図同期SPECT	I	B
血行再建術効果判定	Tl-201, Tc-99mMPI	I	B
薬物治療効果判定	Tl-201, Tc-99mMPI	II a	C
予後評価/リスク層別化	Tl-201, Tc-99mMPI	I	B
	I-123-BMIPP	II b	C
	PET	II a	B
非心臓手術前評価	負荷MPI	I	B
冠攣縮性狭心症の診断	I-123-BMIPP	II a	C

MPI=心筋血流イメージング