

循環器病の診断と治療に関するガイドライン（2003—2004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

Guidelines for Clinical Use of Cardiac Nuclear Medicine (JCS 2005)

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

班 長 玉 木 長 良 北海道大学大学院医学研究科核医学

班 員 日下部 きよ子 東京女子医科大学放射線科

久 保 敦 司 慶應義塾大学放射線科学

隈 崎 達 夫 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

利 波 紀 久 金沢大学大学院医学研究科バイオレーザー診療科

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

丸 山 幸 夫 福島県立医科大学第一内科

山 崎 純 一 東邦大学医療センター大森病院循環器内科

協力員 石 田 良 雄 国立循環器病センター放射線診療部アイソトープ診療科

協力員 岩 藤 泰 慶 香川大学総合診療部

汲 田 伸一郎 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医学教室

中 嶋 憲 一 金沢大学医学部附属病院核医学診療科

中 田 智 明 札幌医科大学附属病院第二内科

橋 本 順 慶應義塾大学放射線科

森 田 浩 一 北海道大学大学院医学研究科核医学

矢尾板 裕 幸 福島県立医科大学第一内科

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

外部評価委員

大 鈴 文 孝 防衛医科大学校第一内科学

中 野 赳 三重大学循環器内科

西 村 重 敬 埼玉医科大学循環器内科

藤 田 正 俊 京都大学保健学科

山 科 章 東京医科大学第二内科

横 山 光 宏 神戸大学大学院医学系研究科循環呼吸器病態学

目 次

I. ガイドライン作成の基本方針

- 1) 背 景
- 2) 基本方針
- 3) 検査手技について
- 4) 病態および疾患における検査方法の選択

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
- 2) I-123-MIBGを用いた心筋交感神経イメージング
- 3) I-123-BMIPPを用いた心筋脂肪酸代謝イメージング
- 4) Ga-67-citrateおよびTc-99mピロリン酸を用いたイメージング

5) 心プールシンチグラフィ

6) ポジトロン断層法 (PET)

7) 負荷方法

8) 小児における特徴と留意点

III. 心疾患および病態における核医学検査の使用法

- 1) 急性冠症候群
- 2) 慢性冠症候群
- 3) 心不全
- 4) 心筋バイアビリティ評価

(無断転載を禁ずる)

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、これまでの報告をもとに、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。初年度(2003年)に、検査手技ごとの特徴や有用性について総括し、次年度に、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の文献の考証をおこなった。

2 基本方針

初年度に検査手技の特徴や有用性について、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(1989~91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、次年度に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、本ガイドラインでは、欧米の報告に加えて我が国から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作成した。これまで英文研究論文についてコンピュータを用いて文献検索を2004年に行った。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。

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、心電図同期収集法、PET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なった。心筋血流イメージングについては、Tl-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、慢性冠症候群、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なった。

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

心筋血流シンチグラフィは、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SPECT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、残存心筋の判定、血行再建の適応決定、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)

心筋梗塞の診断 (Class I Level B)

胸痛症例の診断 (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 II a 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、虚血性心疾患にともな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 C)
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有用性が高い。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有用である。

不安定狭心症の診断	(Class I Level B)
冠攣縮性狭心症の診断	(Class II a' Level C)
心筋バイアピリティ診断	(Class II b Level C)
胸痛症例の診断	(Class II a Level C)
予後評価・リスク層別化	(Class II a' Level C)

4 Ga-67-citrateおよびTc-99mピロリン酸を用いたイメージング

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。Tc-99m ピロリン酸は、壊死心筋を陽性描出する核種であり、心電図や血液生化学所見から判定が困難な急性心筋梗塞の診断に使用されてきた。しかし、画像診断の進歩や優れた血清のマーカーの登場により、その適応は減少している。アミロイドーシスや胸部外傷

による心筋傷害の評価などの急性心筋梗塞以外の疾患における有用性も報告されている。

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 の普及にともない心プール法を用いた心機能解析の件数は少なくなっている。

左心機能評価	(Class I Level B)
右心機能評価	(Class II a Level B)
虚血性心疾患の予後評価	(Class II a 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)

心筋バイアピリティ診断における F-18-FDG の有用性は確立されている。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。

心筋バイアピリティ診断	(Class I Level B)
予後評価・リスク層別化	(Class II a Level B)
治療効果判定	(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。薬剤負荷薬剤としては、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) などが用いられる。通常は運動負荷が用いられ、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あわせて、心筋血流イメージの読影をしていくことが重要である。

(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。

薬物負荷心筋血流シンチグラフィの適応例
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（おもに川崎病）、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。

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。軽症心筋梗塞の診断において、心臓トロポニン I の血清診断と同等以上の診断結果が得られたことが報告されている。

I-123-BMIPP 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。

2 慢性冠症候群

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 SPECT を用いることで、血流と心機能の同時評価が可能であり、SPECT 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、定量的心電図同期 SPECT（quantitative gated SPECT, QGS）を用いることで算出される左心機能指標は、重症度評価やリスクの層別化に有用である。

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は減少傾向にある。QGS を用いることで、心筋血流イメージングと同時に心機能の評価することが可能である。

表 1 急性冠症候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
気絶心筋の診断	I-123-BMIPP	IIa	C
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	IIa	B
	I-123-BMIPP	IIa	C
胸痛症例の鑑別	Tl-201, Tc-99mMPI	IIa	C
	I-123-BMIPP	IIa	C
不安定狭心症の診断	I-123-BMIPP	I	B
冠攣縮性狭心症の診断	I-123-BMIPP	IIa	C

MPI：心筋血流イメージング

表2 慢性冠症候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MPI	I	B
心筋バイアビリティ診断	Tl-201, Tc-99mMPI	I	B
	I-123-BMIPP	II b	C
	PET	I	B
心機能評価	心プールのスキャン	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	I	B
予後評価/リスク層別化	Tl-201, Tc-99mMPI	II a	B
	I-123-BMIPP	II a	C
	PET	II a	B
非心臓手術前評価	負荷MPI	I	B

MPI：心筋血流イメージング

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・非虚血性心不全の鑑別診断などの病態把握に有用な情報を提供する。心電図同期心筋 SPECT 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有用である。また、I-123-MIBG シンチグラフィは、心不全の重症度や治療効果、治療効果や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、心筋血流製剤、I-123-BMIPP や F-18-FDG が用いられている。使用する放射性薬剤により、検査方法や評価方法が異なっているので、その特徴を十分に理解して用いることが重要である。

表3 心不全におけるイメージング

適 応	検 査	ク ラ ス	エビデンスレベル
心不全症例全般			
心機能評価	心プールのスキャン	I	A
虚血性心疾患合併診断	Tl-201, Tc-99mMPI	I	B
重症度評価	I-123-MIBG	I	C
予後評価	心プールのスキャン	I	B
	I-123-MIBG	II a	C
拡張型心筋症			
重症度評価	I-123-MIBG	I	C
薬物治療効果予測	I-123-MIBG	II b	C
治療効果評価	I-123-MIBG	II a	B
	I-123-BMIPP	II b	C
心臓弁膜症			
心機能評価	心プールのスキャン	I	B
予後評価	心プールのスキャン	II b	C
右心不全・肺高血圧症			
重症度評価	Tl-201	I	C
右心機能評価	心プールのスキャン	II a	B

MPI：心筋血流イメージング