

# 心臓MR/CT/核医学にどう取り組むか？ 放射線科医/技師/内科医が果たすべき役割

---

東野 博

よつば循環器科クリニック 画像診断センター

第57回北陸循環器核医学研究会 平成24年2月4日 ホテル金沢

# 要約

---

- 自己紹介
- 核医学の話題
- **MRの話題**
- **MDCTの話題**
- 循環器病の診断と治療に関するガイドライン
- 核医学における特に放射線科医の役割
- **MRにおける特に放射線科医の役割**
- **MDCTにおける特に放射線科医の役割**



松山ハートセンター  
MATSUYAMA HEART CENTER

よつば循環器科クリニック  
YOTSUBA CIRCULATION CLINIC

# 自己紹介

---

愛媛大学大学院

宇和島社会保険病院

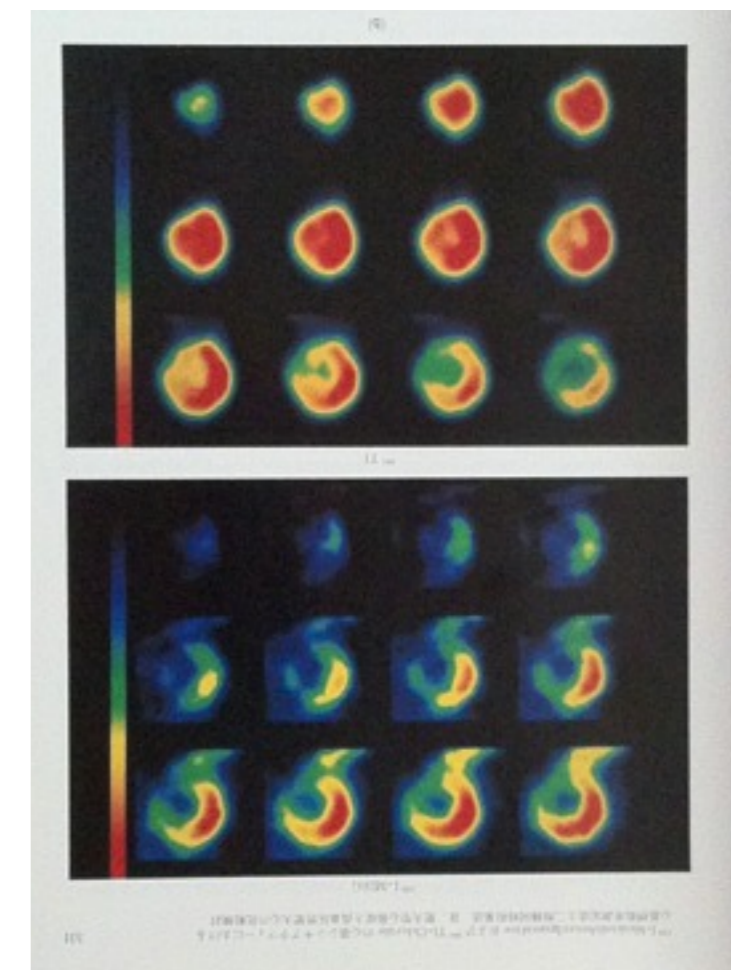
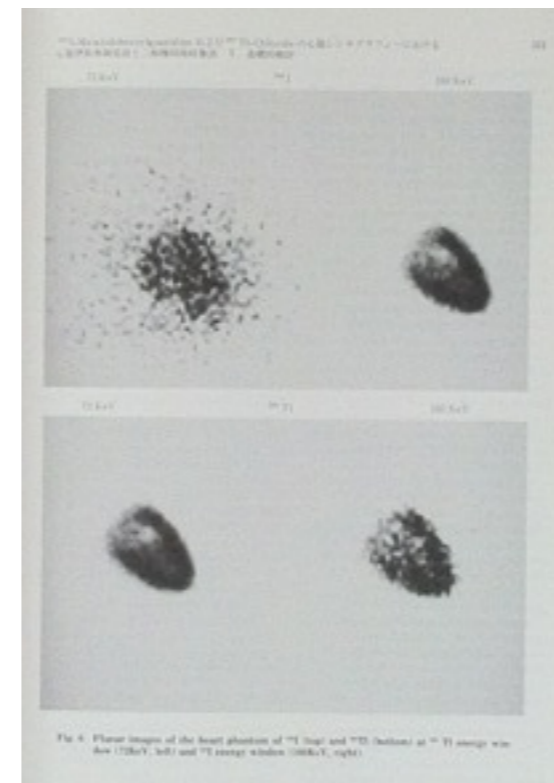
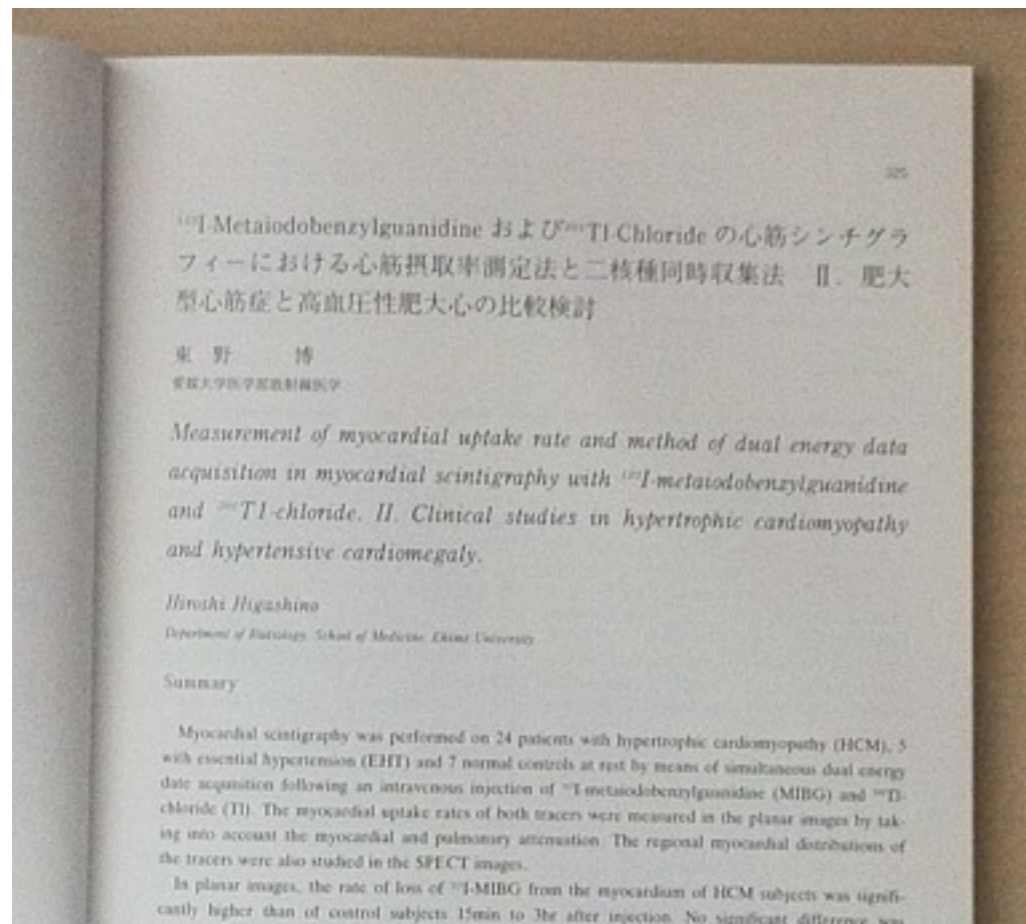
愛媛県立今治病院

愛媛大学医学部附属病院

よつば循環器科クリニック

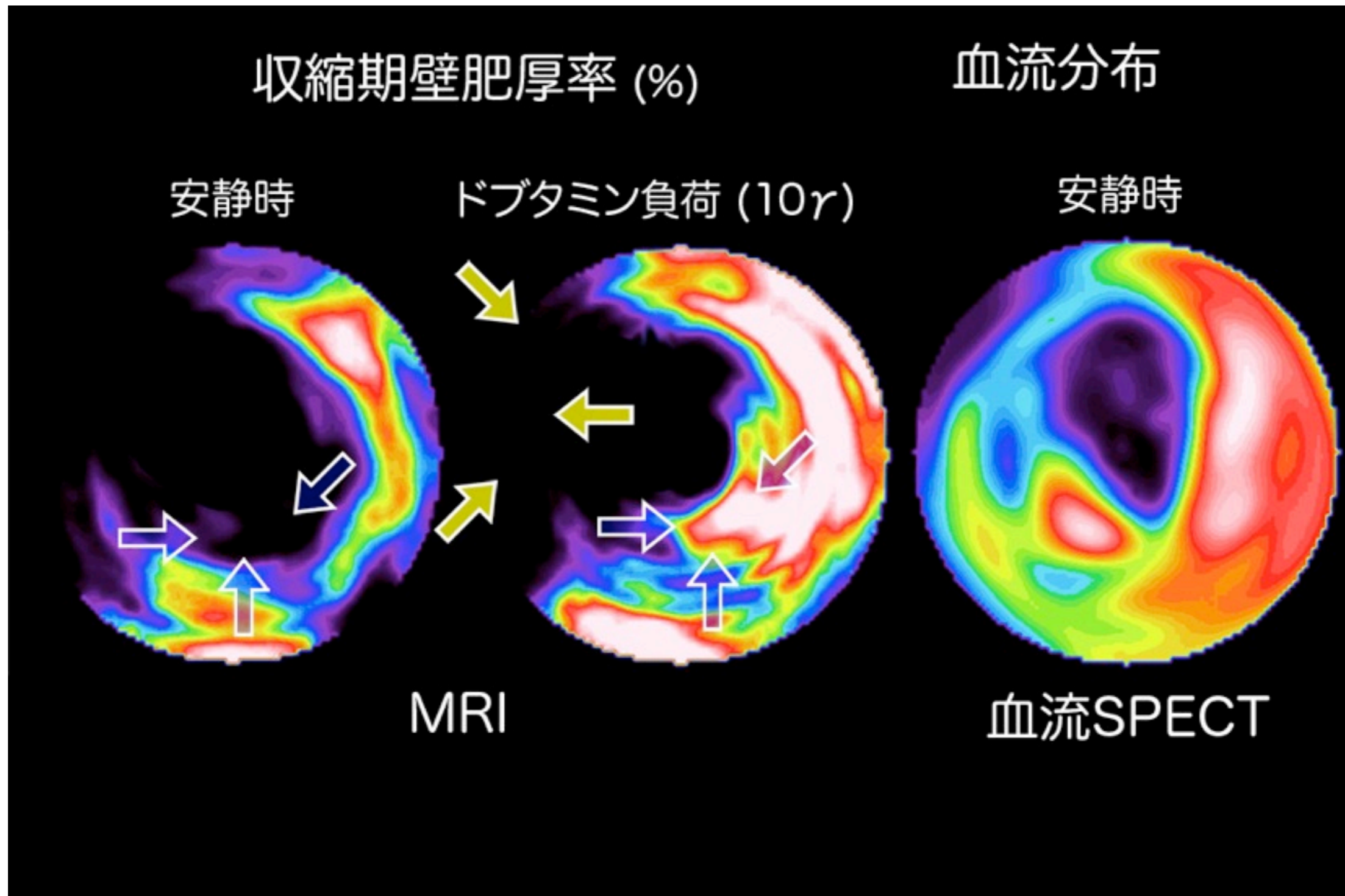


# 愛媛大学大学院



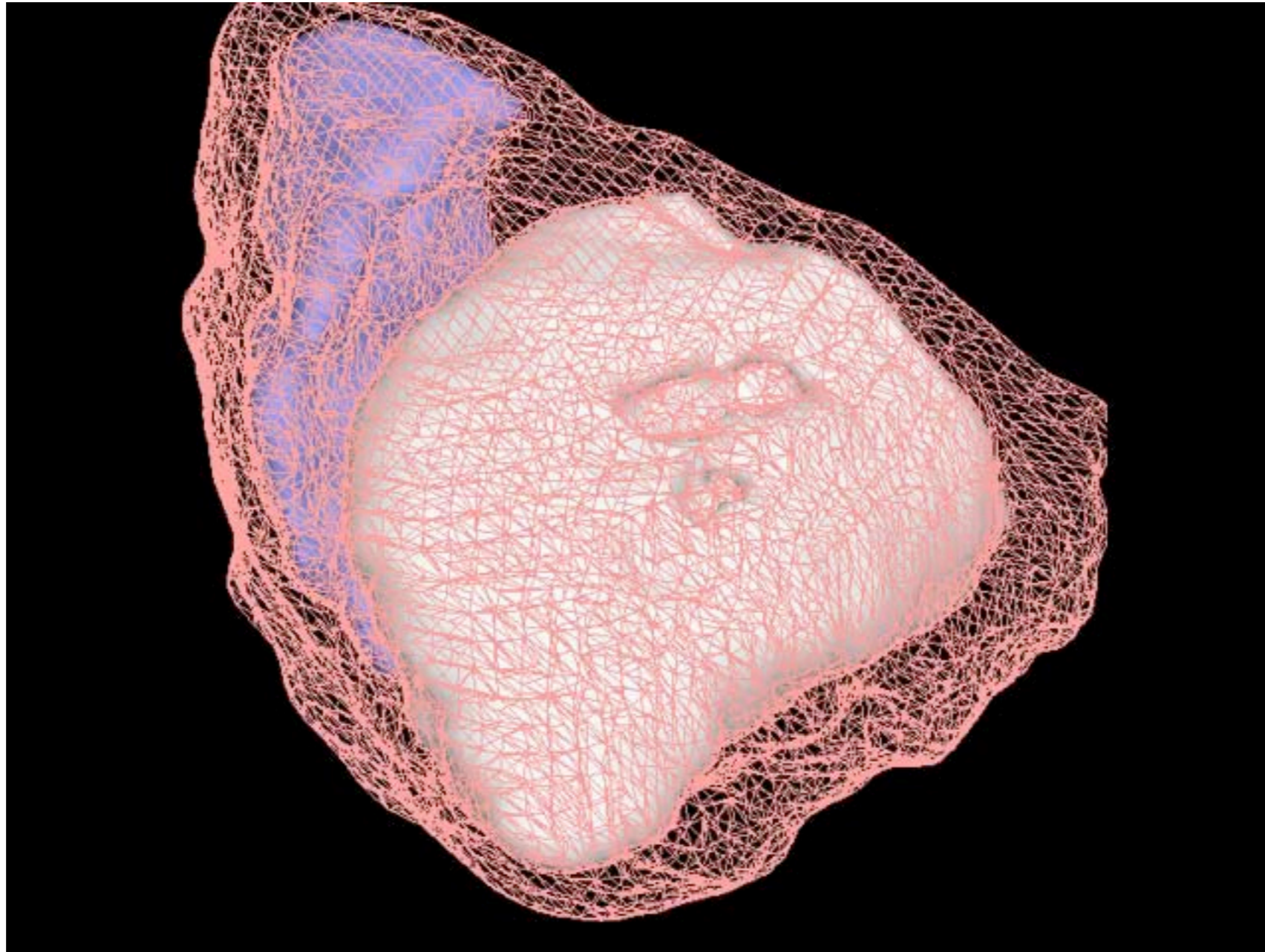


# 宇和島社会保険病院



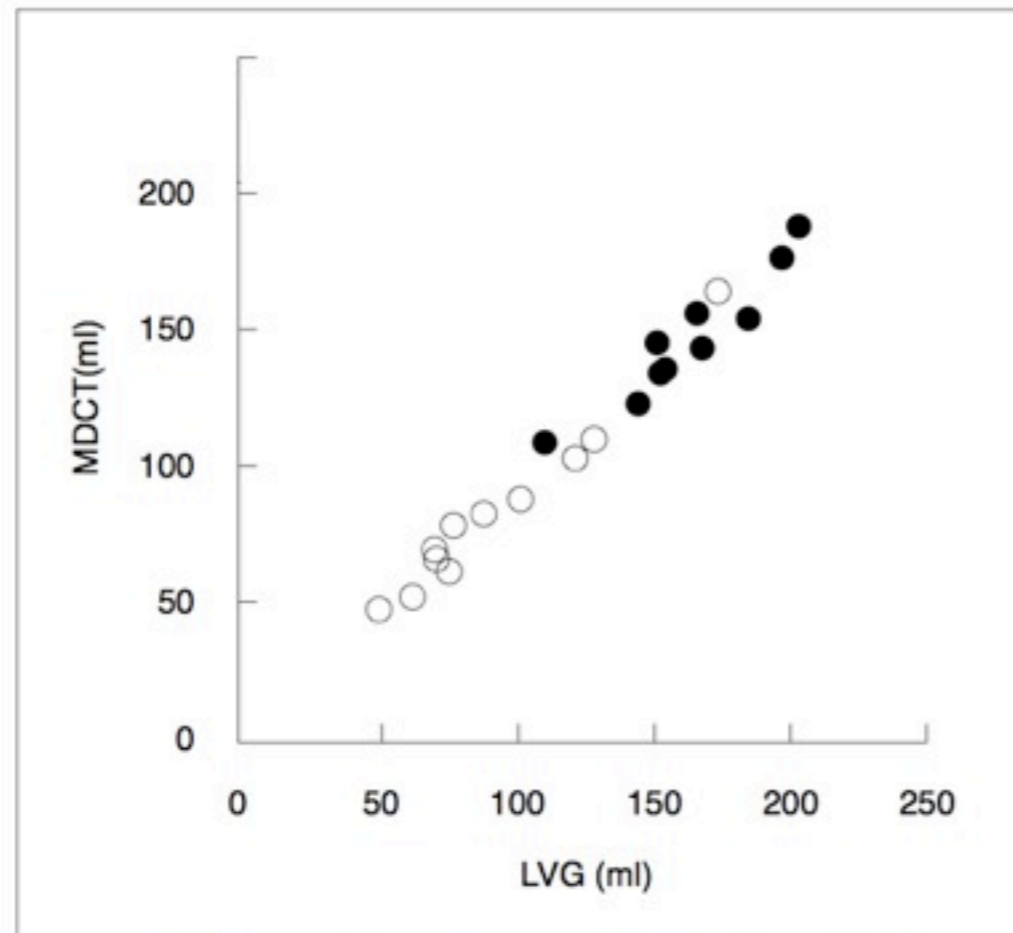
# 愛媛県立今治病院

---

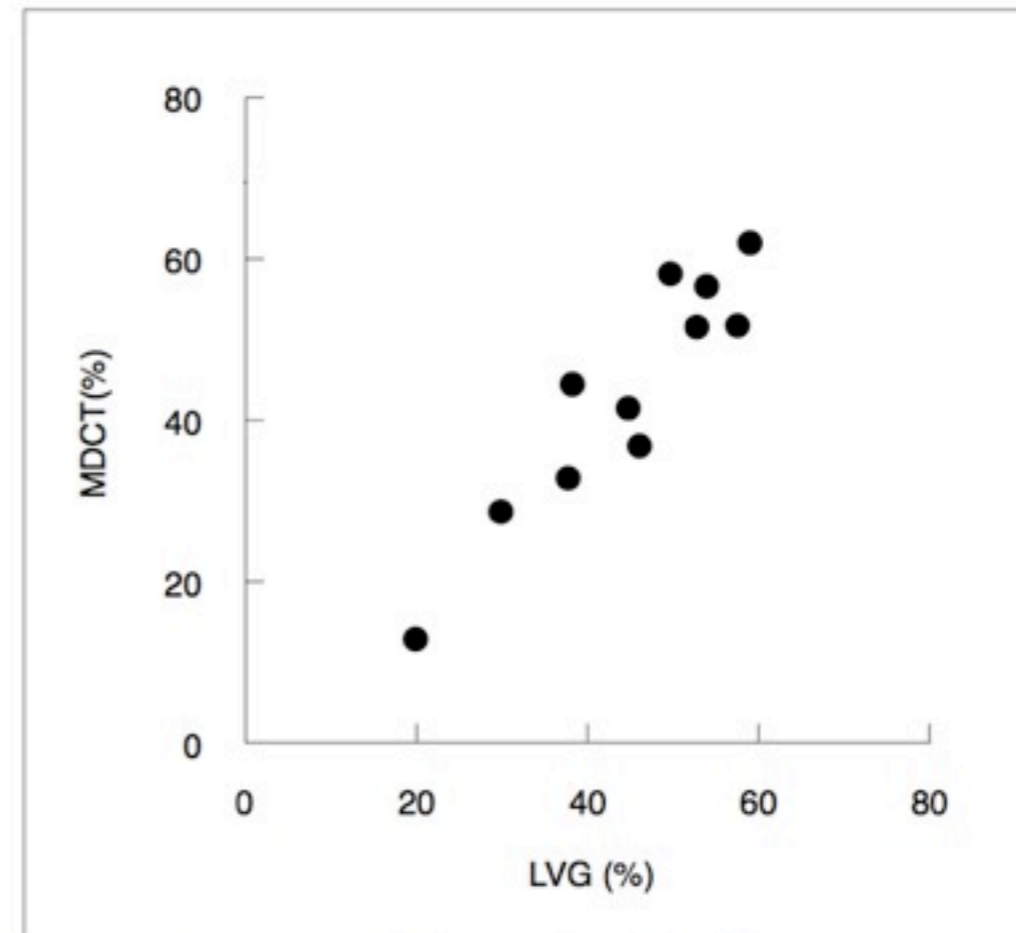




# 愛媛大学医学部附属病院



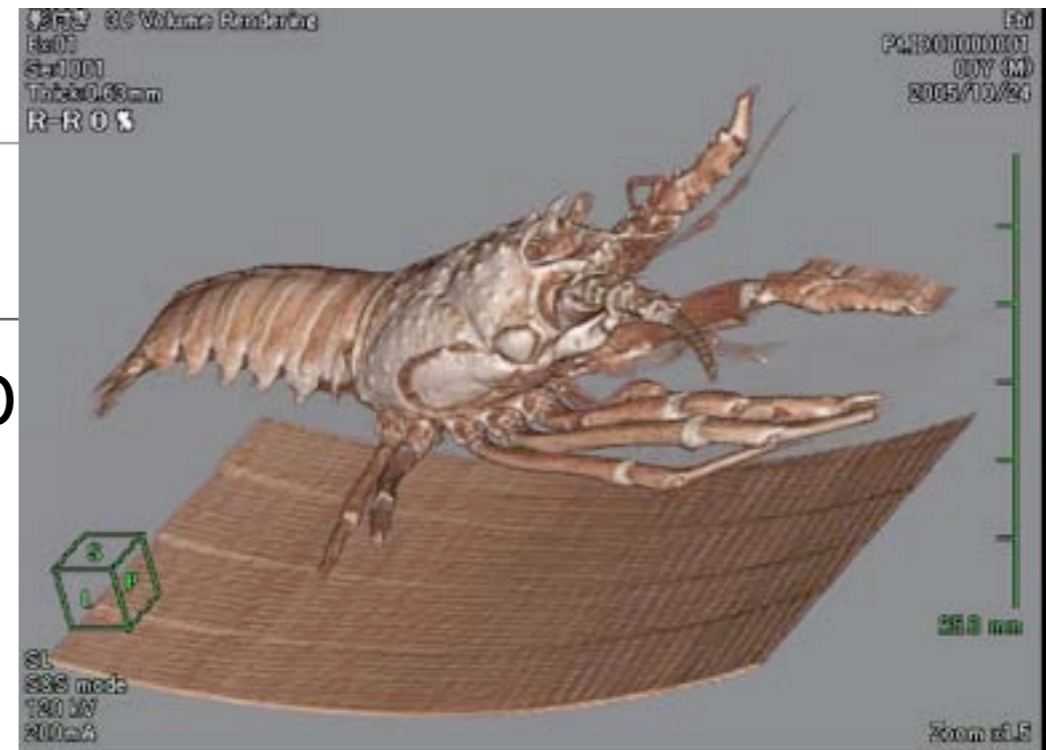
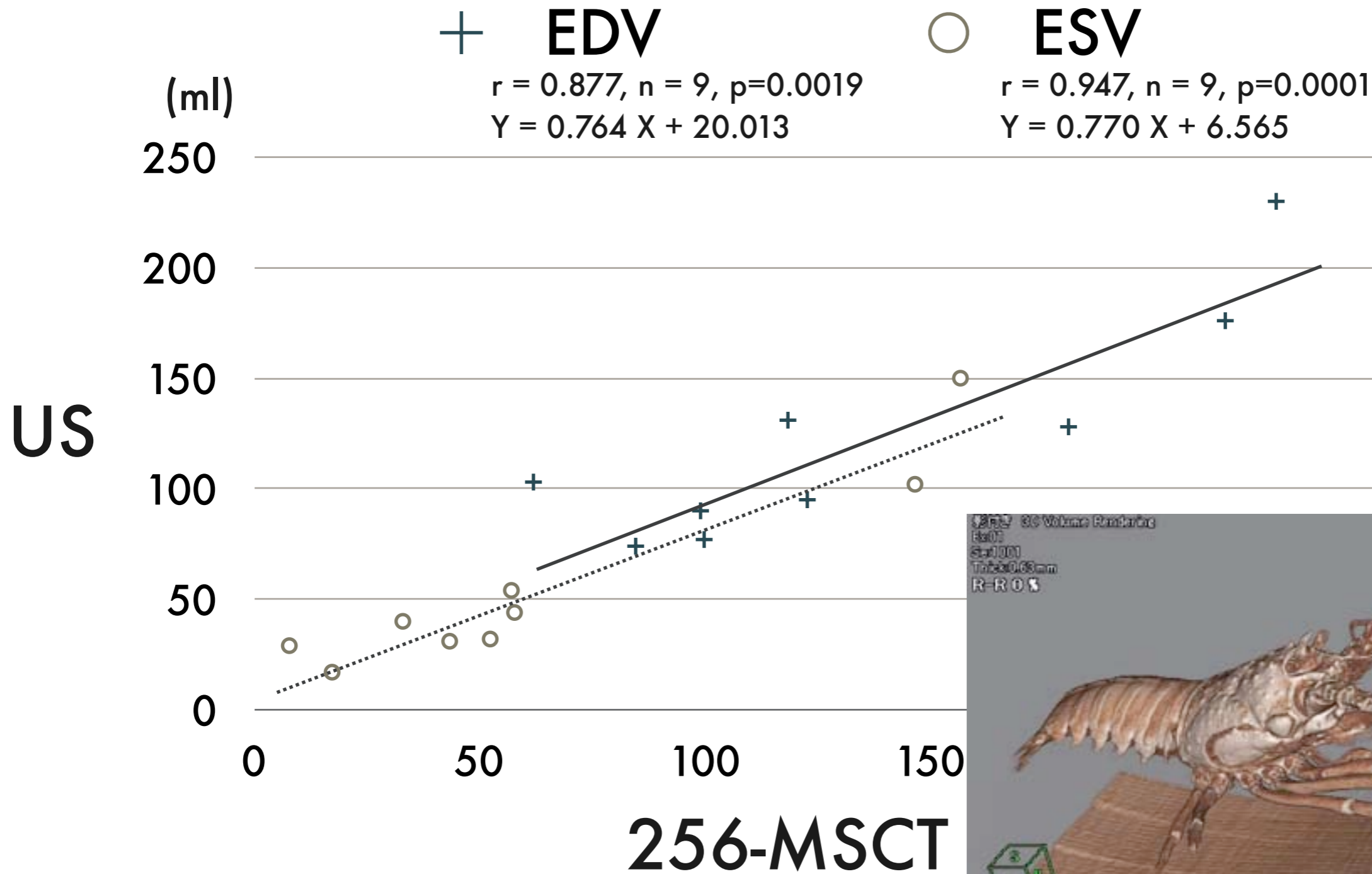
**Fig. 4. LV-EDV and -ESV measured by MDCT and LVG.**  
 EDV:  $r=0.95$ ,  $p<0.001$ ,  $n=11$ , ESV:  $r=0.99$ ,  $p<0.001$ ,  $n=11$ .  
 Black plots: EDV (end-diastolic volume), white plots: ESV (end-systolic volume).  
 MDCT, multi-detector row CT; LVG, left ventriculography.



**Fig. 5. LV-EF generated by MDCT and LVG.**  
 LV-EF:  $r=0.93$ ,  $p<0.001$ ,  $n=11$ .  
 EF, ejection fraction; MDCT, multi-detector row CT; LVG, left ventriculography.

Hosoi S. Radiat Med 2003;21:62-67

# 愛媛大学医学部附属病院



Higashino H SCCT 2006



# 愛媛大学医学部附属病院

*Circ J* 2006; **70**: 105–109

## Image Fusion of Coronary Tree and Regional Cardiac Function Image Using Multislice Computed Tomography

Hiroshi Higashino, MD; Teruhito Mochizuki, MD; Toyoaki Haraikawa, MD;  
Akira Kurata, MD\*; Teruhito Kido, MD; Shigeru Nakata, RT;  
Yoshifumi Sugawara, MD; Masao Miyagawa, MD; Hitoshi Miki, MD;  
Yasushi Koyama, MD\*\*; Hideki Okayama, MD\*; Jitsuo Higaki, MD\*



Higashino H. *Circ J* 2006;70:105-109



松山ハートセンター  
MATSUYAMA HEART CENTER

よつば循環器科クリニック  
YOTSUBA CIRCULATION CLINIC

# 核医学の話題

---

SSPAC





# 心筋**SPECT**の減弱補正

---

## ■ 外部線源を用いた減弱補正

- Gdなどの外部線源によるTransmission (CT)データを用いて、心筋SPECTの減弱補正を行います
- TCT収集に時間が掛かるため検査時間が長くなります
- 定期的に外部線源の線源交換が必要です

## ■ CTを用いた減弱補正 (SPECT-CTの場合)

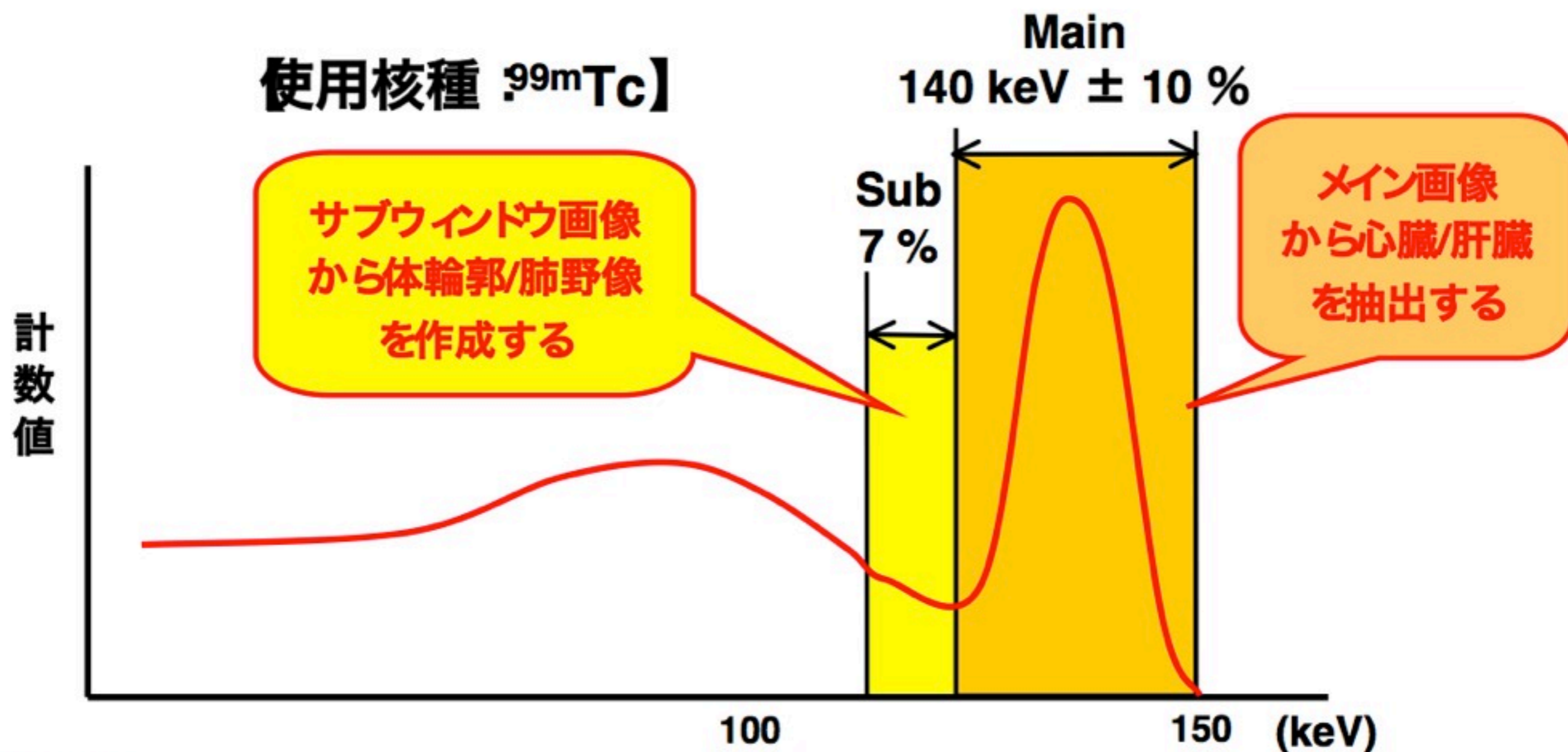
- CTデータを用いて、心筋SPECTの減弱補正を行います
- 呼吸の影響でCTとSPECTの位置ズレが発生して、前壁や側壁にアーチファクトが発生することがあります
- CTを撮像するために検査時間が長くなります
- CTによる被ばくがあります



# 減弱マップ作成に必要なデータ

## ■ TEW法と同じエネルギー設定

- サブウィンドウ画像から体輪郭および肺野像を作成
- メイン画像から心臓および肝臓を抽出





# 心筋 **SPECT** の減弱補正

---

## ■ SSPAC法を用いた減弱補正

- SPECTデータのフォトピークと散乱線ウィンドウの情報を用いて減弱マップを作成し、心筋SPECTの減弱補正を行います
- 位置ズレの問題が発生しません
- 収集時間の延長がありません
- トランスミッション装置の導入費、維持管理費用が不要です
- 患者さまへの余計な被ばくがありません
- 減弱マップ作成に失敗することがあります

# SSPAC

70歳代 男性

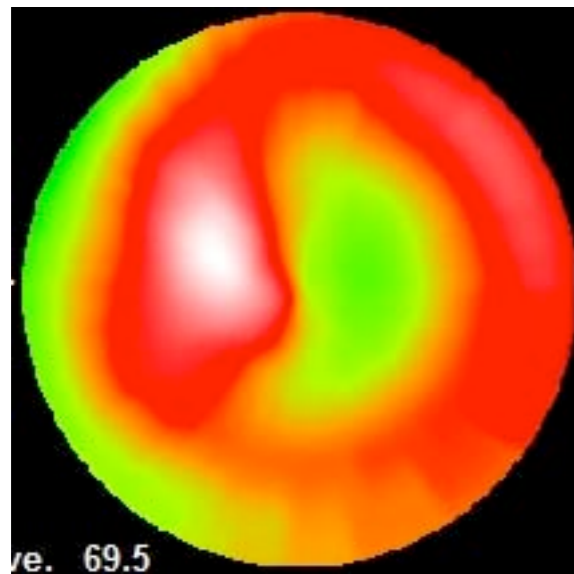
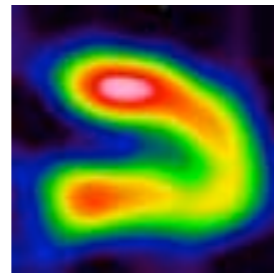
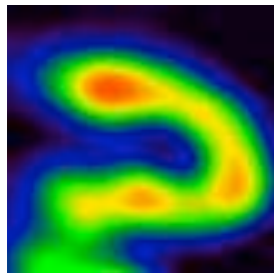
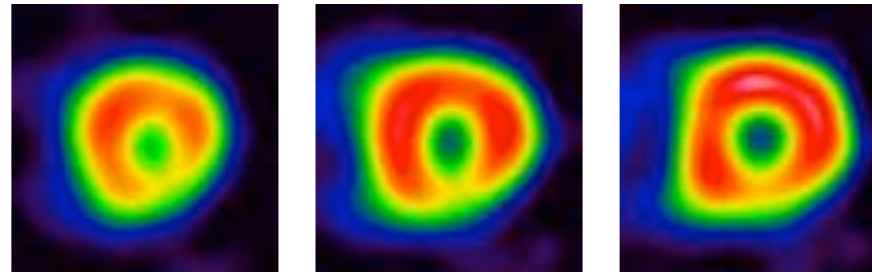
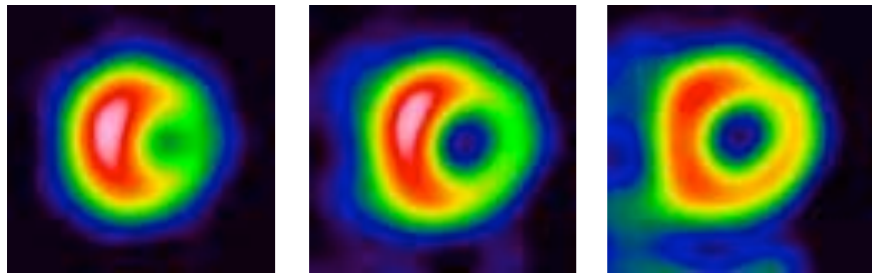
CABG

LITA-LAD開存

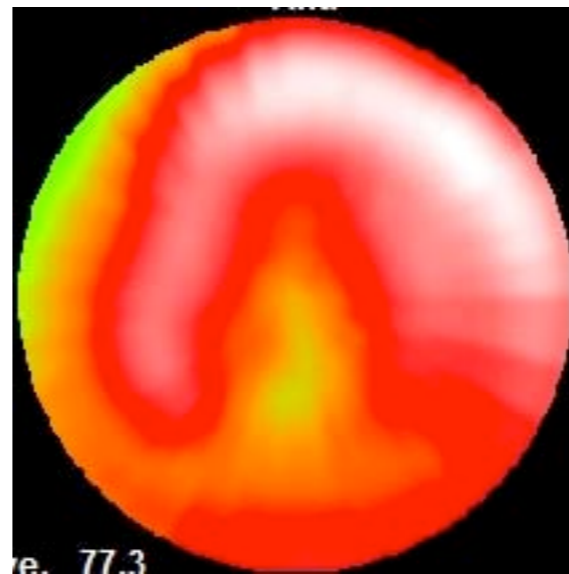
SV-D1-PL-PD閉塞

#7 100% #8 75% #15

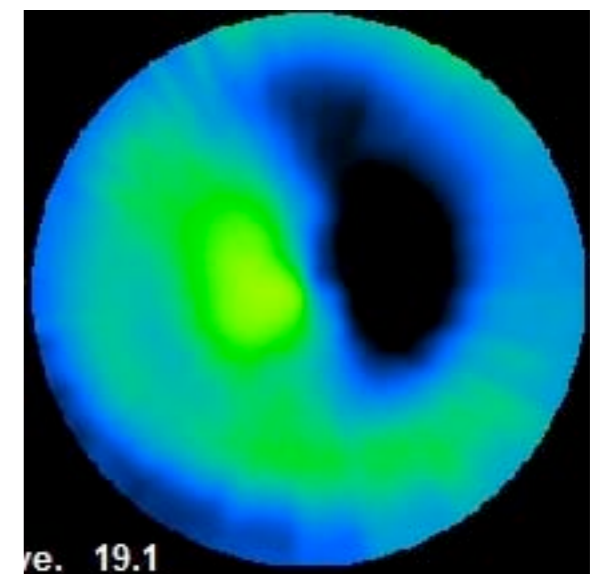
90% #14 99% #1 99%



adenosine TL



delayed

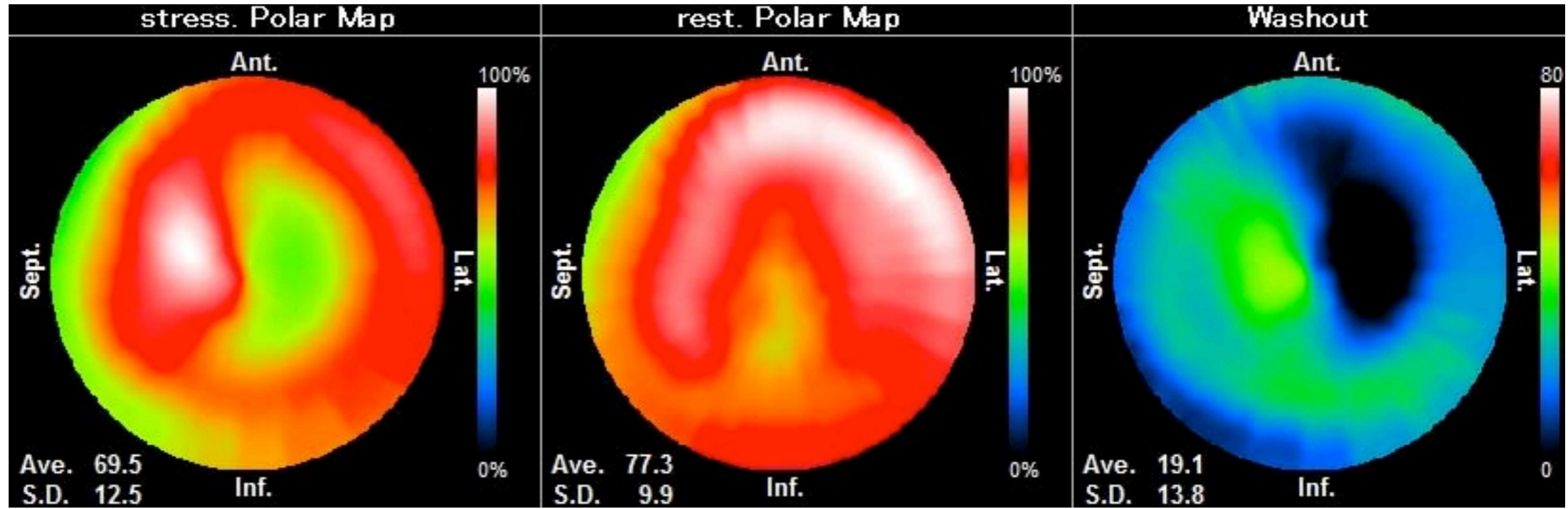


WOR

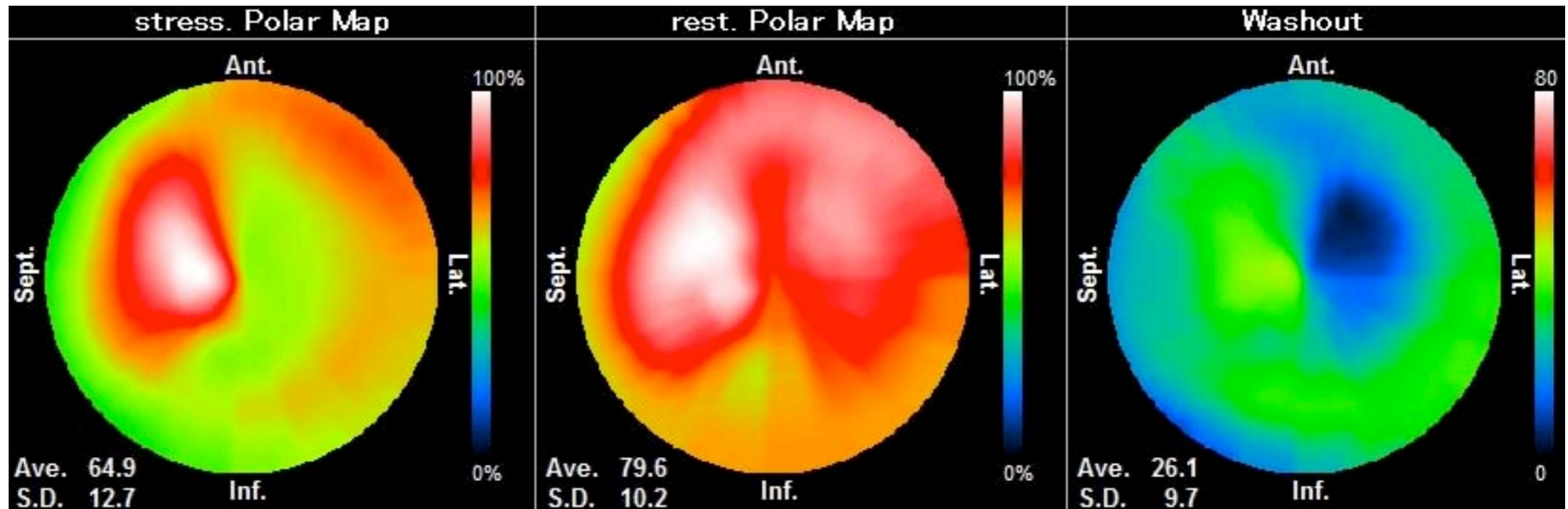


# SSPAC

SSPAC (+)

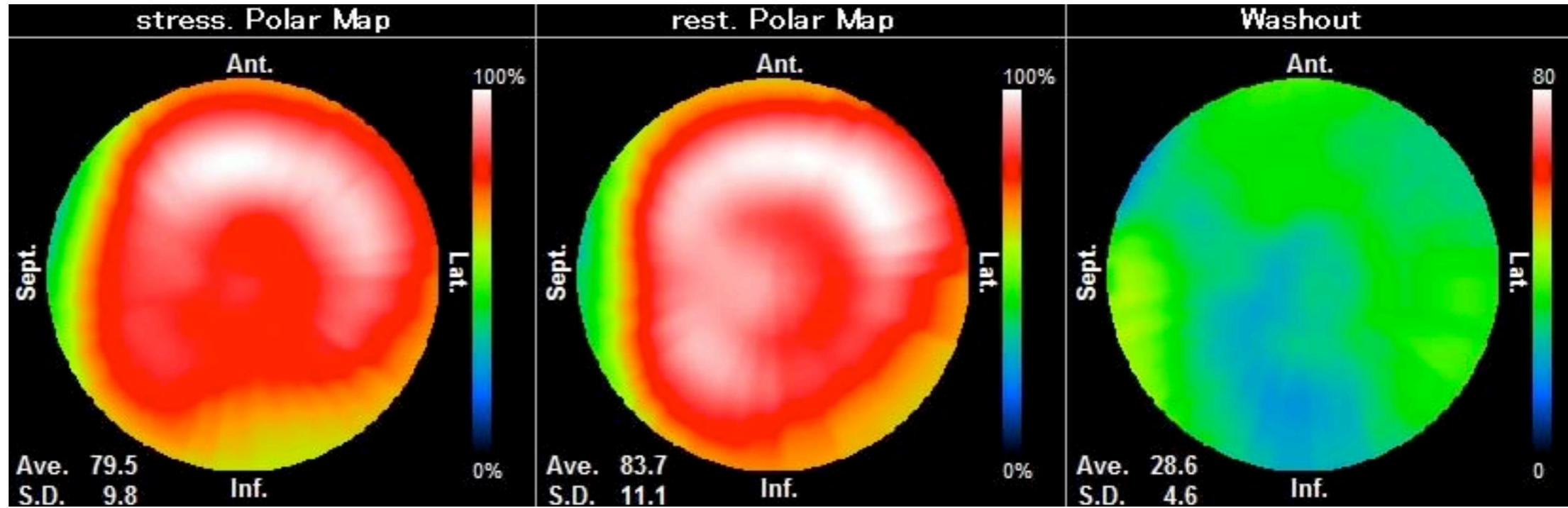


SSPAC (-)

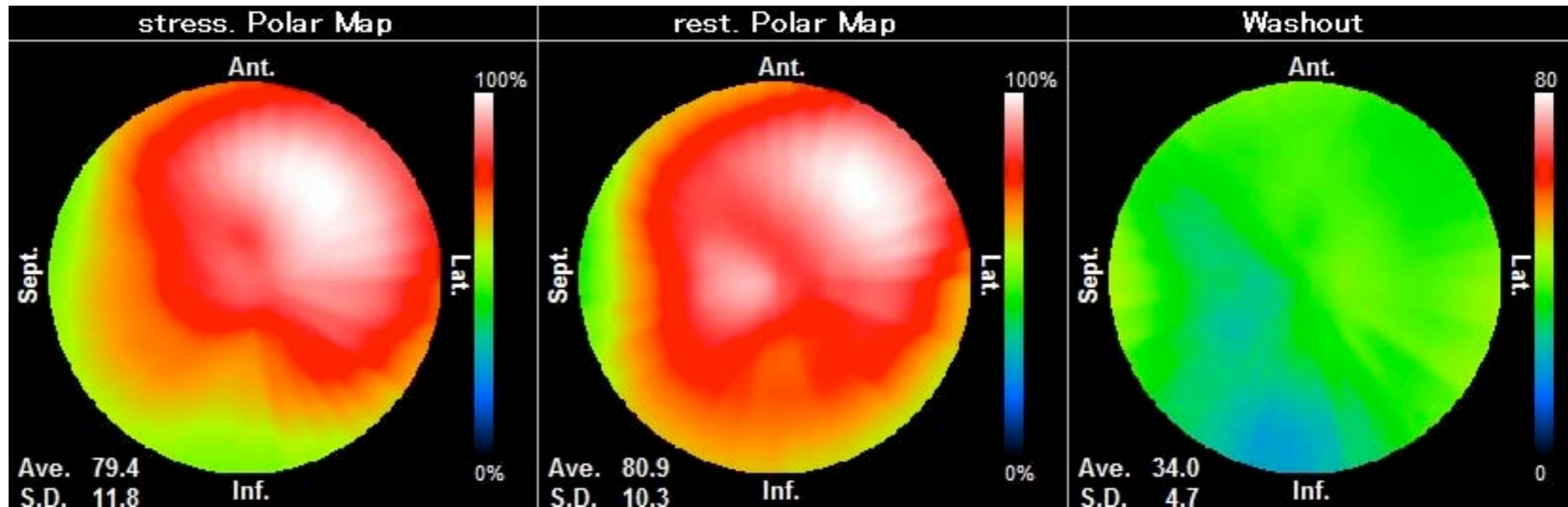


# SSPAC

SSPAC (+)



SSPAC (-)

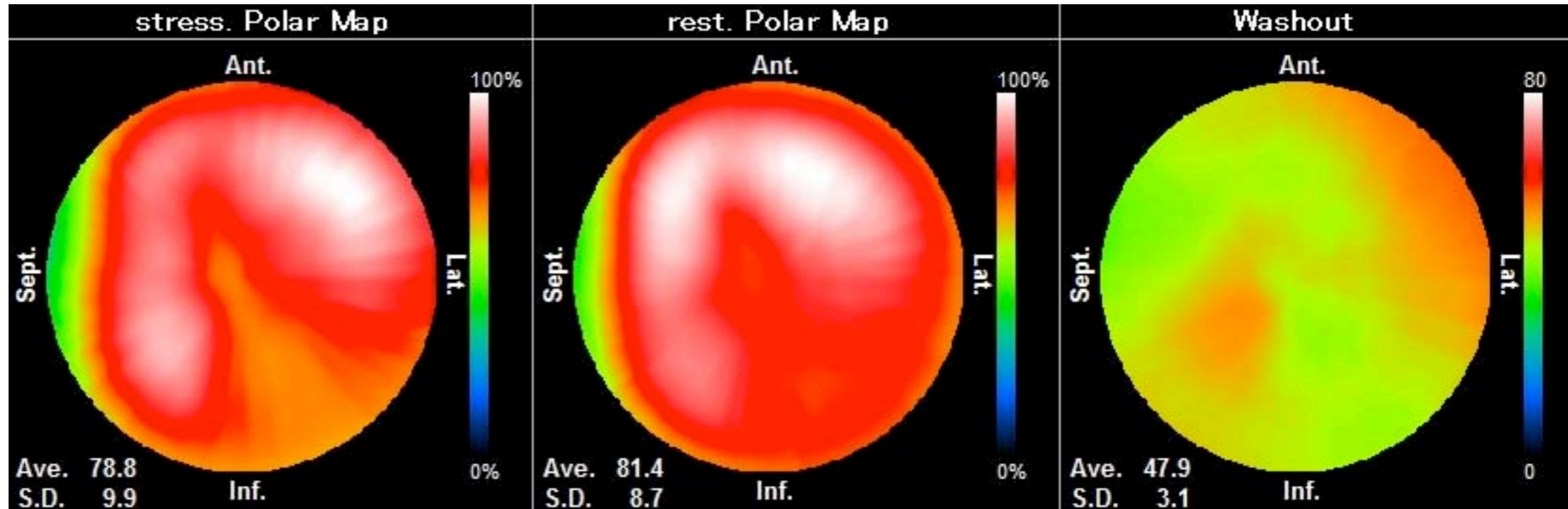


60歳代 男性 #1 50% #8 75% #15 stent ISR(-)

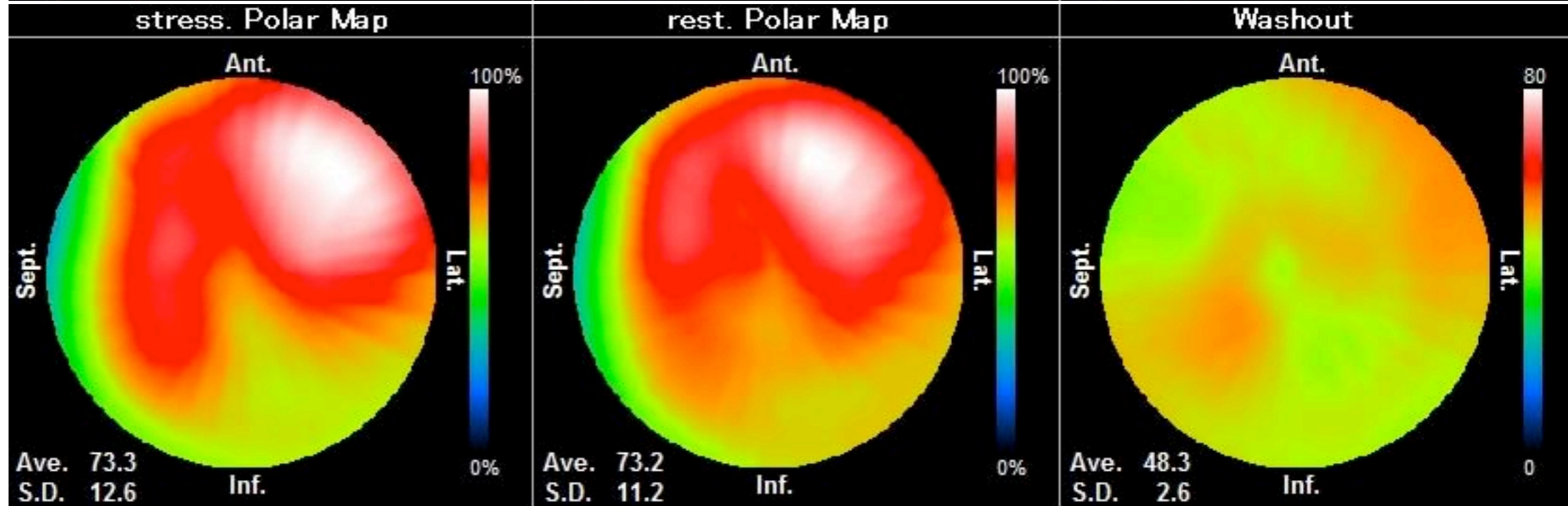


# SSPAC

SSPAC (+)



SSPAC (-)



70歳代 男性 MDCT #4PD 50%



松山ハートセンター  
MATSUYAMA HEART CENTER

よつば循環器科クリニック  
YOTSUBA CIRCULATION CLINIC

# MRの話題

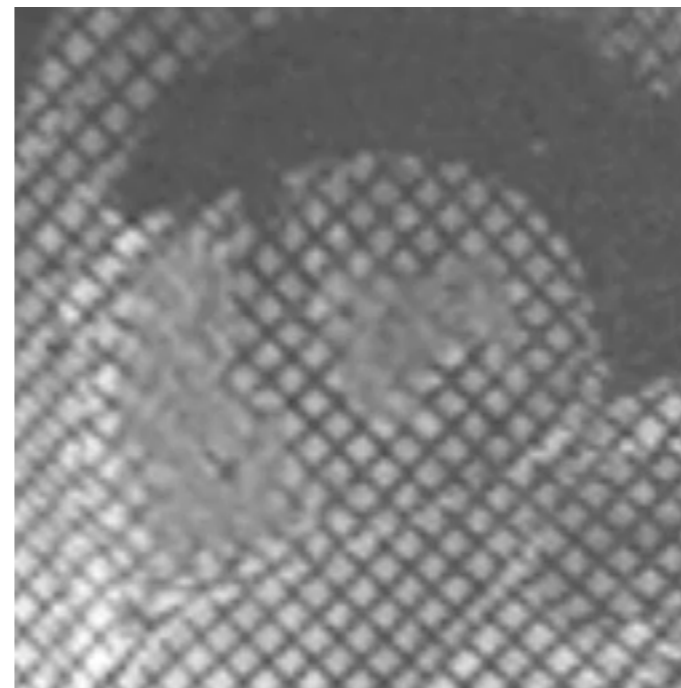
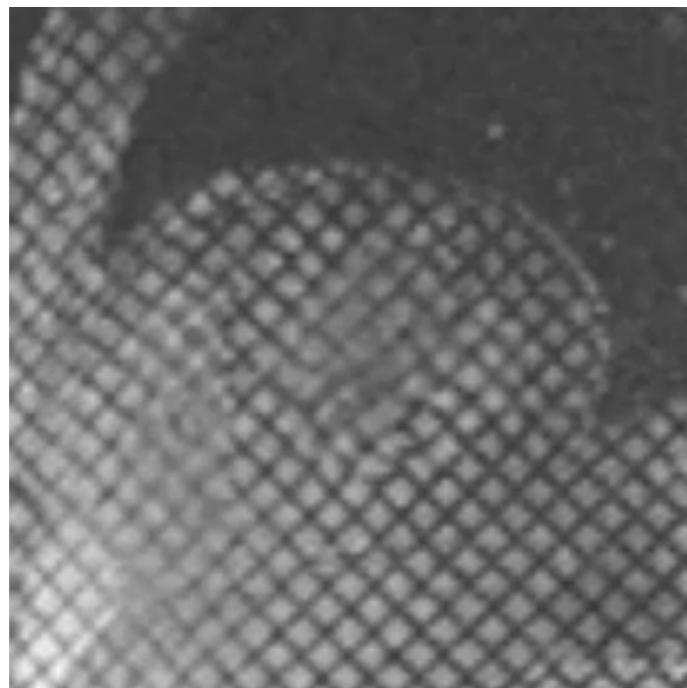
---

3T Tagged CINE MR  
3T perfusion MR



# Tagged CINE

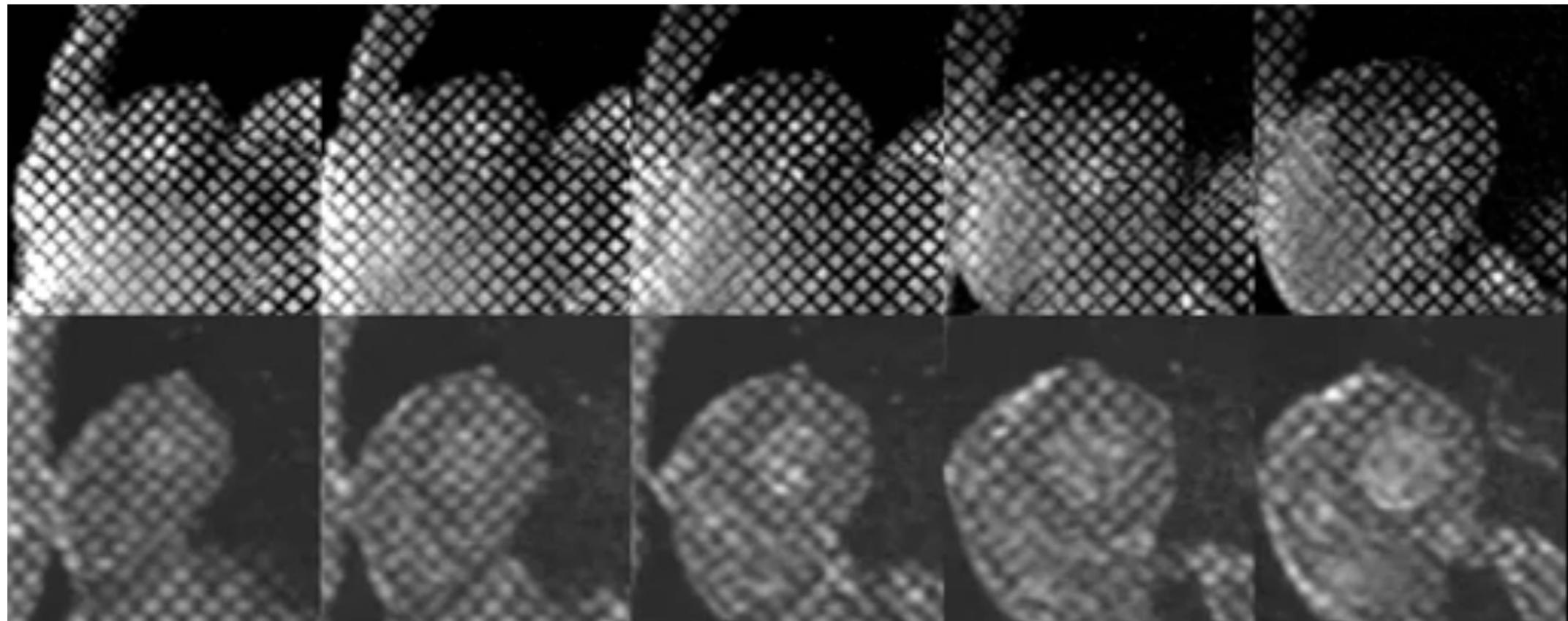
- 空間選択的なRF pulseにより心筋に標識Tagを付加
- T1緩和
- 心内腔のtagは次の時相では即座に消失





# Tagged CINE

- 初期は平行線のみ
- 格子状になっても残念ながらすぐ消えてました
- それがなんと3Tでは最後まで残ります！



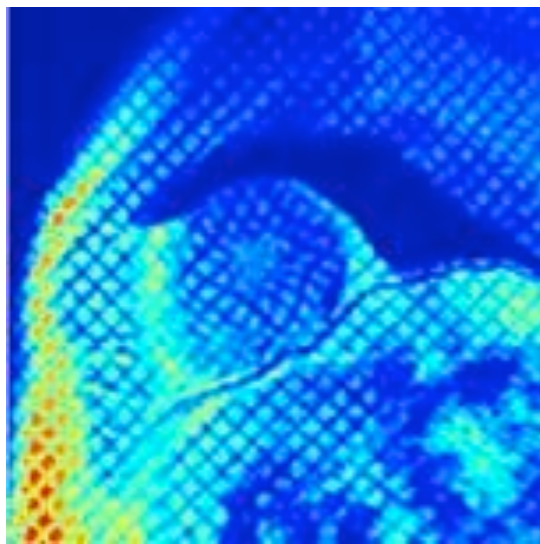
## しかしまだ解析の壁が

---

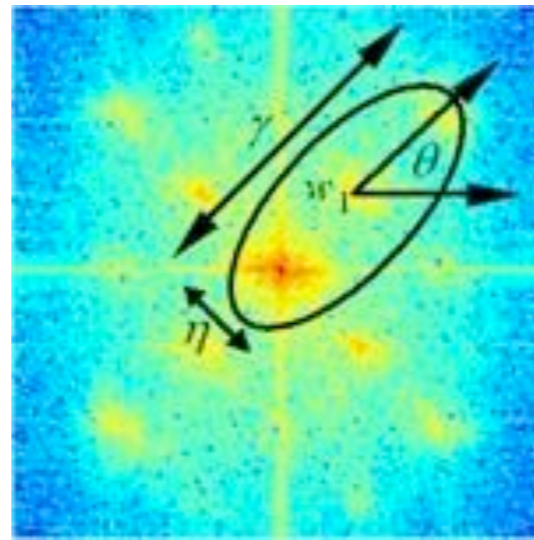
- **HARP法での解析が1断面1-2時間はざら**
- **労力が大きすぎて結局不正確！**
- **HARP Harmonic Phase Imaging**
- **Osman NF, Kerwin WS, McVeigh ER, Prince JL.  
Cardiac motion tracking using CINE harmonic phase  
(HARP) magnetic resonance imaging. Magn Reson  
Med. 1999 Dec;42(6):1048-60.**

# フィルタ開発！

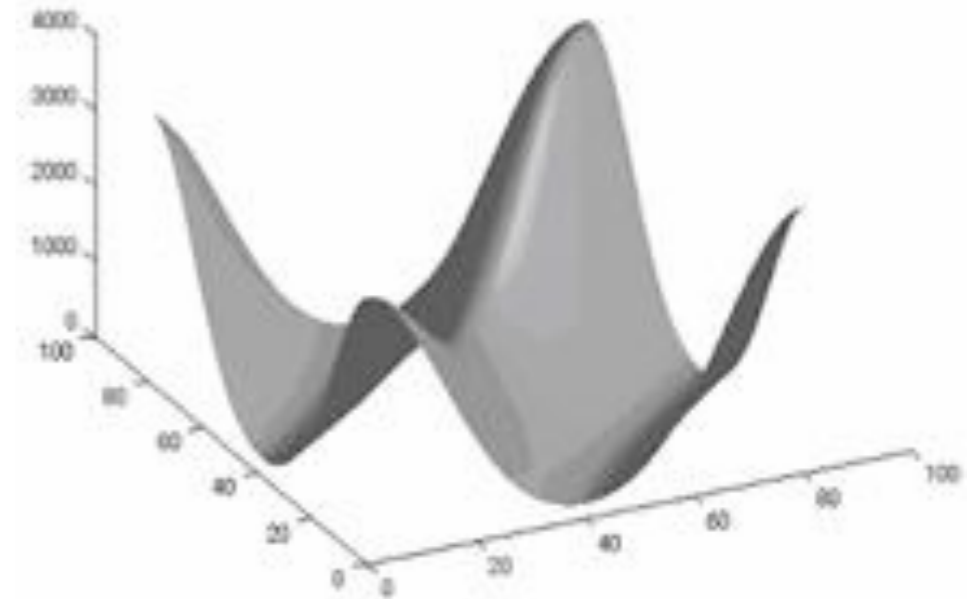
- 1断面わずか20分！
- 大阪大学と協力して開発



CINE image



Fourier transform

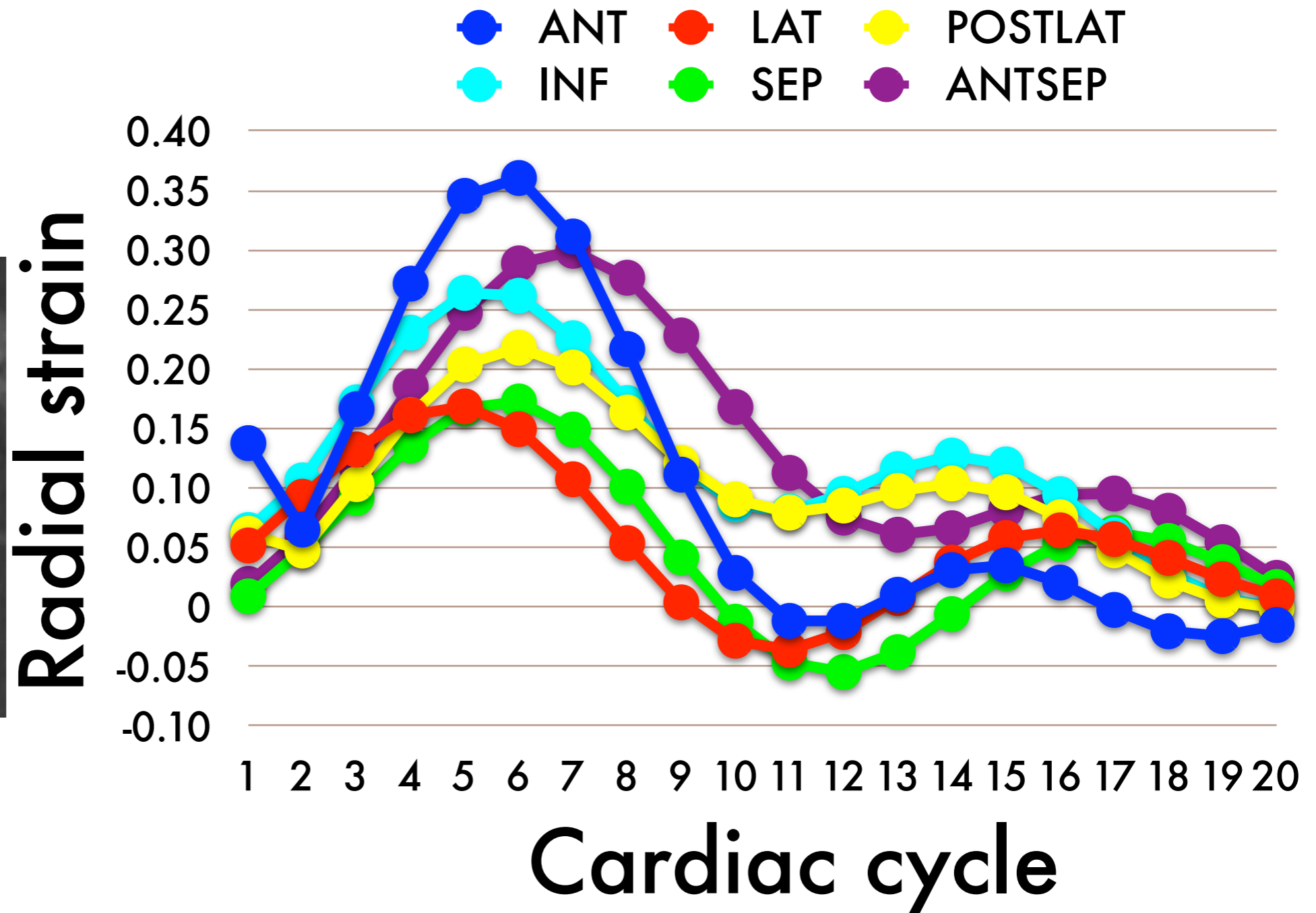
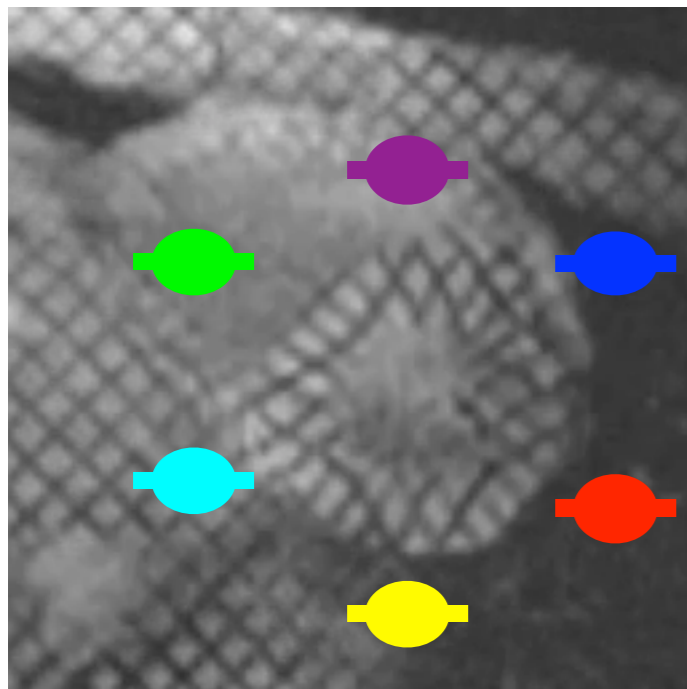


Gabor filter



# 3T MRストレインカーブ

- 心周期の最後までカーブ





松山ハートセンター  
MATSUYAMA HEART CENTER

よつば循環器科クリニック  
YOTSUBA CIRCULATION CLINIC

Eur Radiol  
DOI 10.1007/s00330-009-1657-2

CARDIAC

Yuma Inoue  
Xiaomei Yang  
Michinobu Nagao  
Hiroshi Higashino  
Kohei Hosokawa  
Teruhito Kido  
Akira Kurata  
Hideki Okayama  
Jitsuo Higaki  
Teruhito Mochizuki  
Kenya Murase

## **Peri-infarct dysfunction in post-myocardial infarction: assessment of 3-T tagged and late enhancement MRI**

# Radial strain最大値

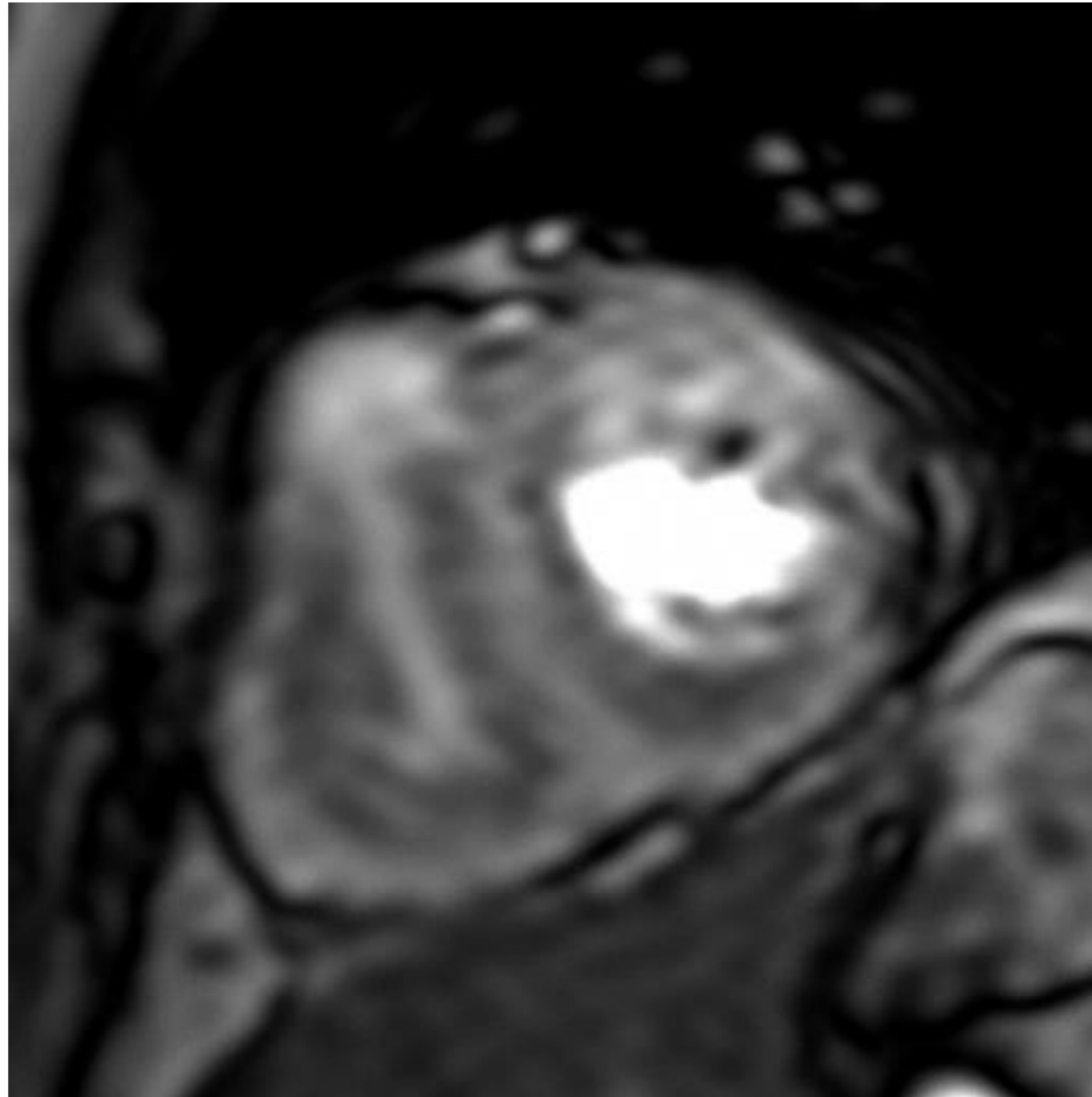


Inoue Y. Eur Radiol. 2010 20(5):1139-48



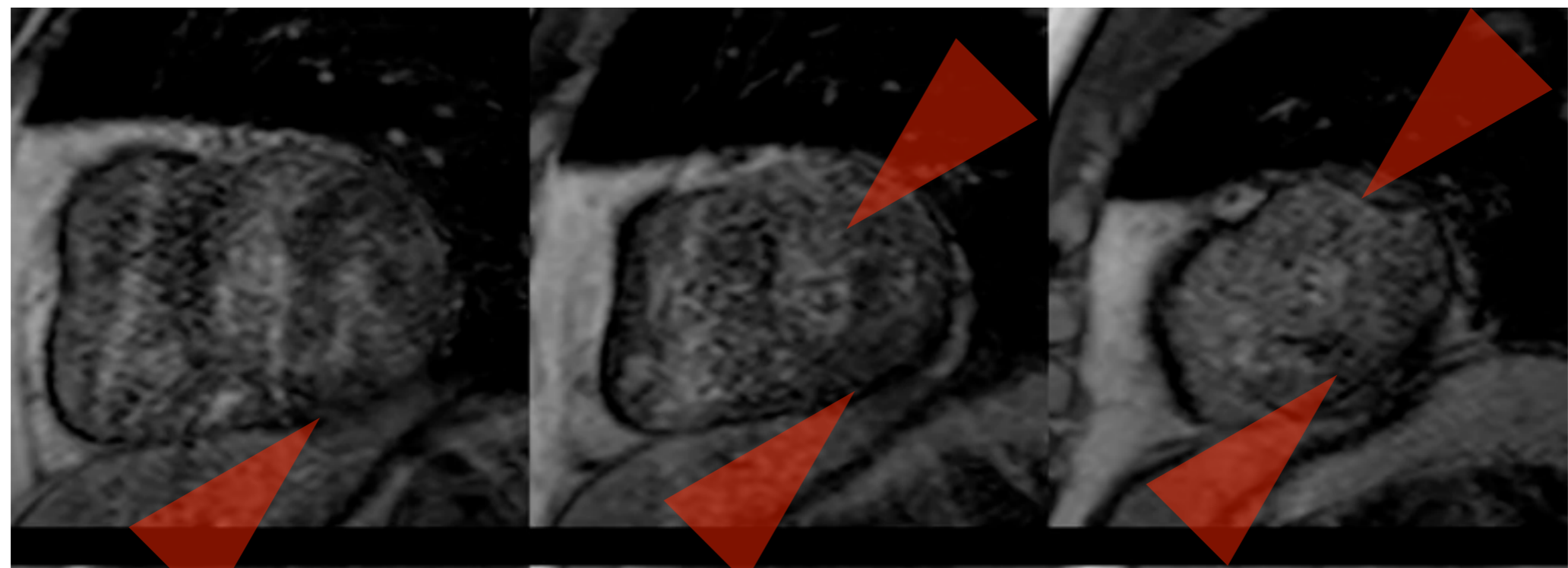
# ATP perfusion MR

---

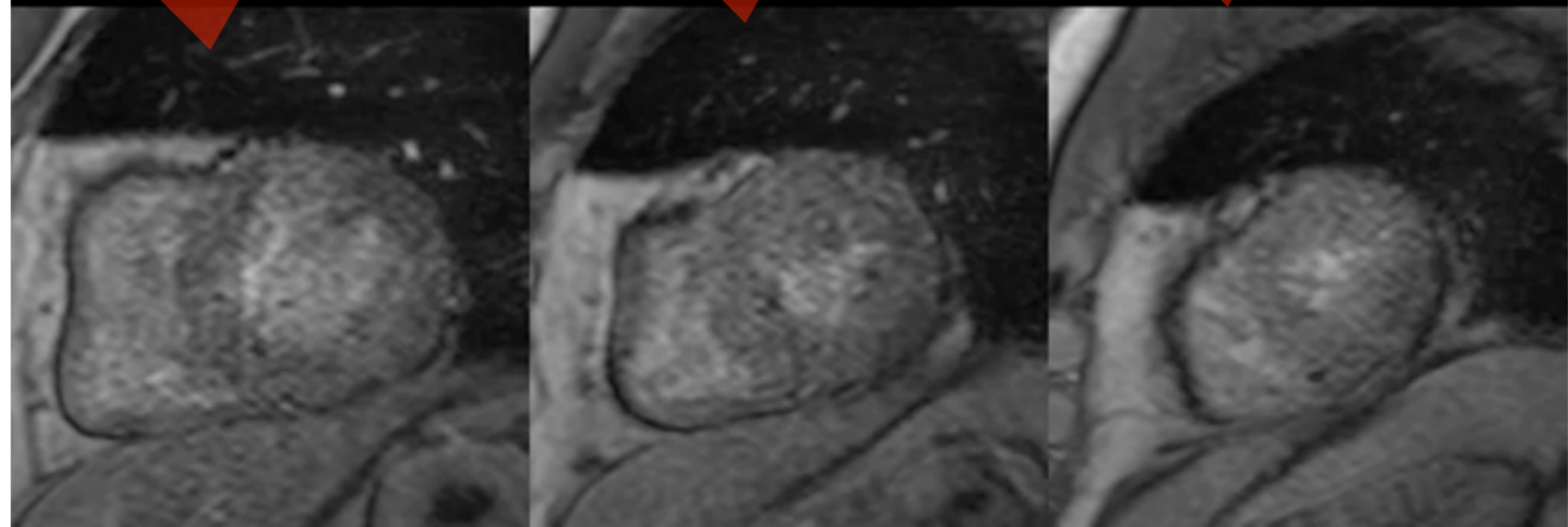


# k-t BLAST (k-space and time (k-t) broad-use linear acquisition speed-up technique)

**ATP**

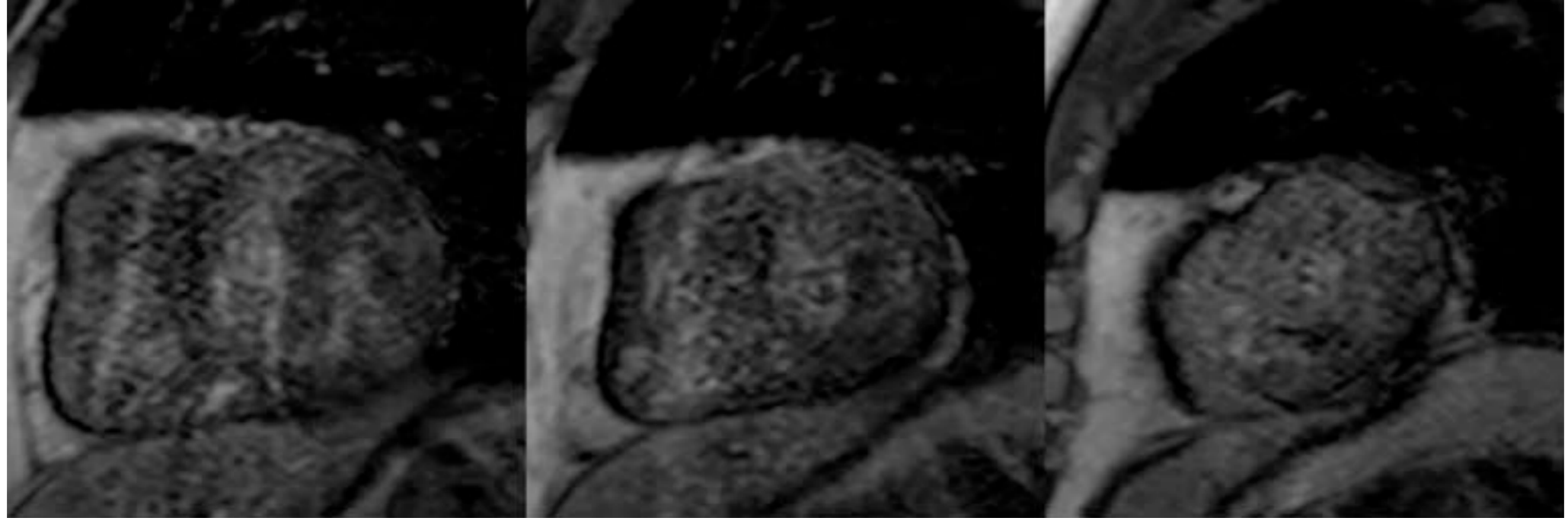


**Rest**

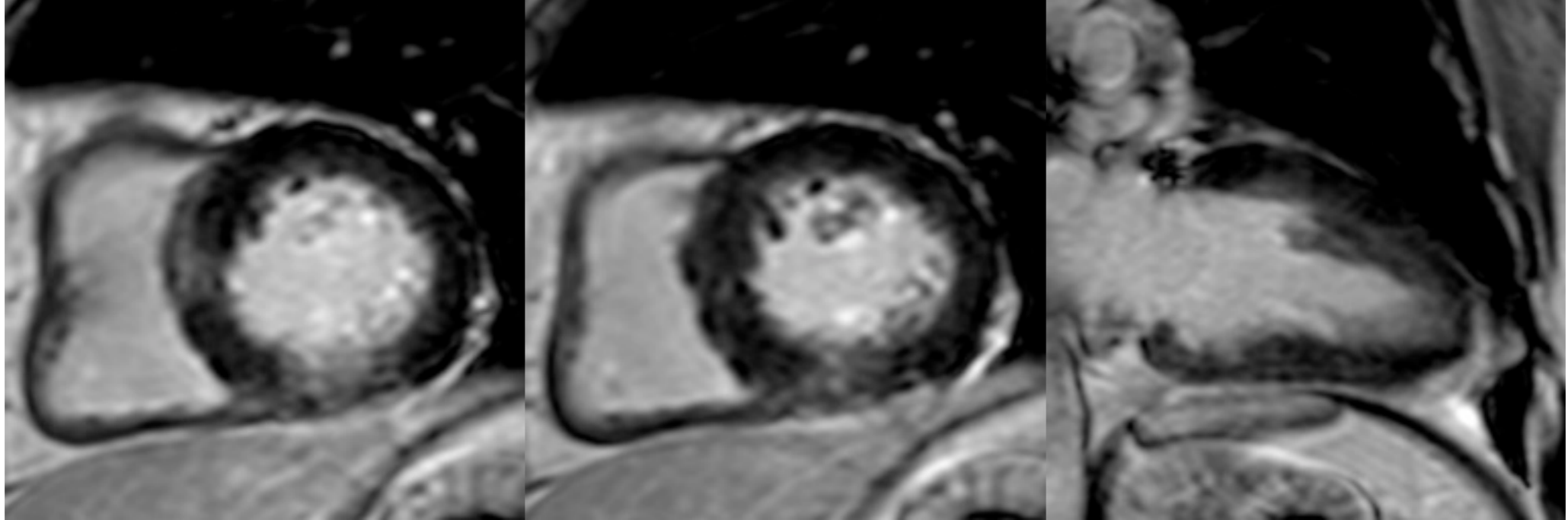


# ATP perfusion MR

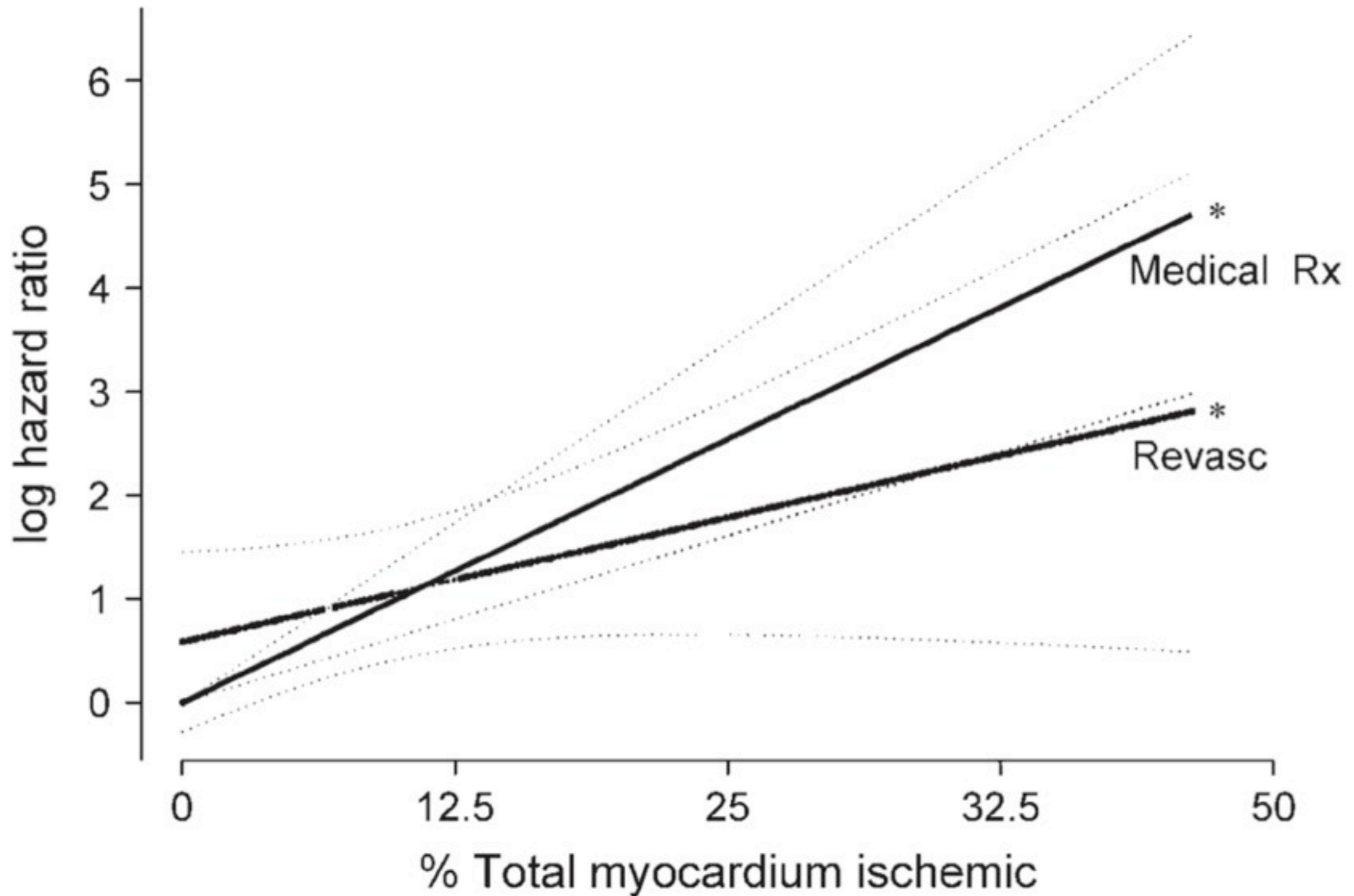
**ATP**



**LGE**





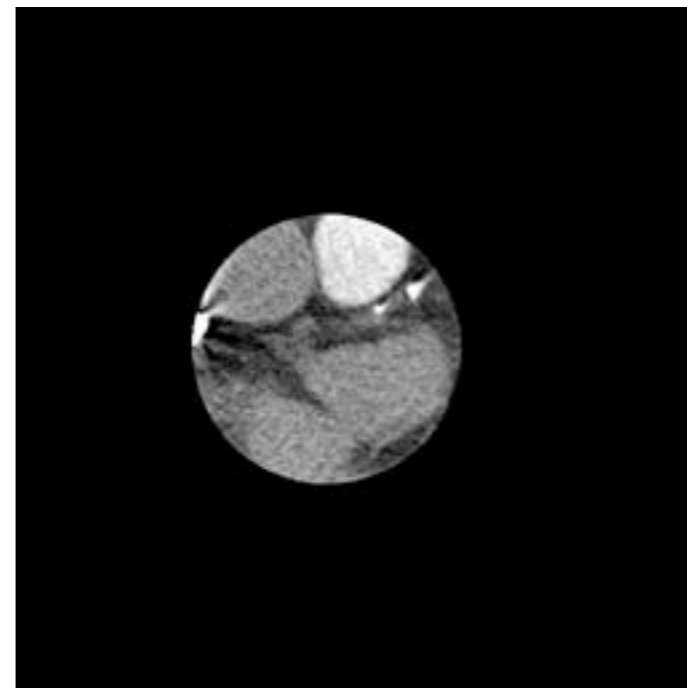
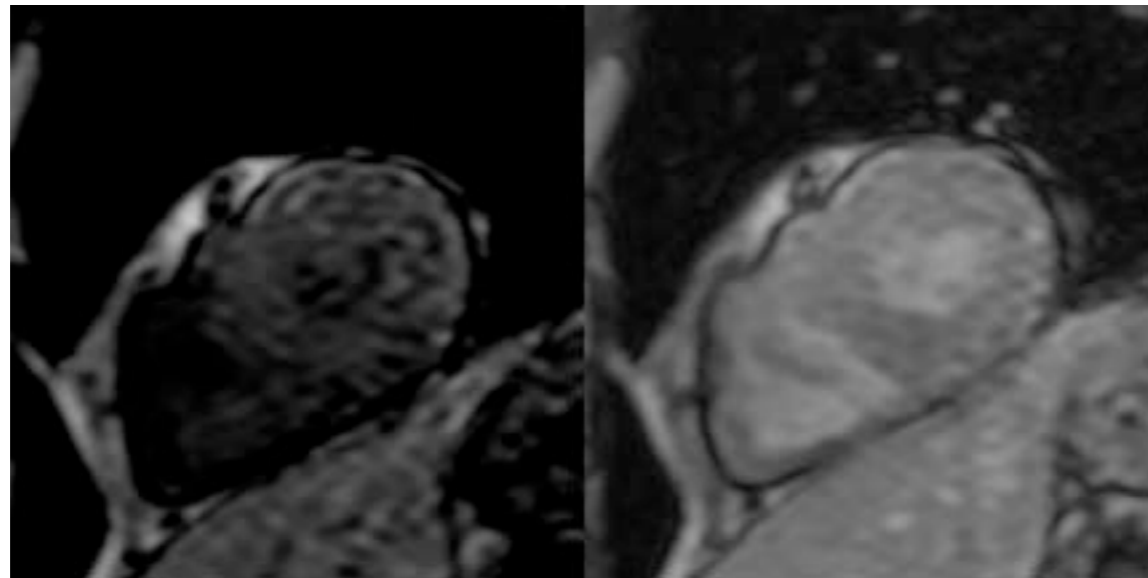


Log hazard ratio for revascularization vs. medical therapy (medical Rx) as a function of the percentage myocardium ischemic on the basis of final Cox proportional hazards model. Revasc 5 revascularization. \*Model P , 0.0001; interaction P 5 0.0305.

Hachamovitch R et al. Circulation. 2003;107:2900-2907

# 先行する核医学のエビデンスに対抗して

- (細胞内現象と細胞外現象の問題はあるが.....)
- 心筋全体を撮像して虚血心筋量を算出する必要性
- ダイナミック撮像の必要性
- 収縮期画像で評価する必要性



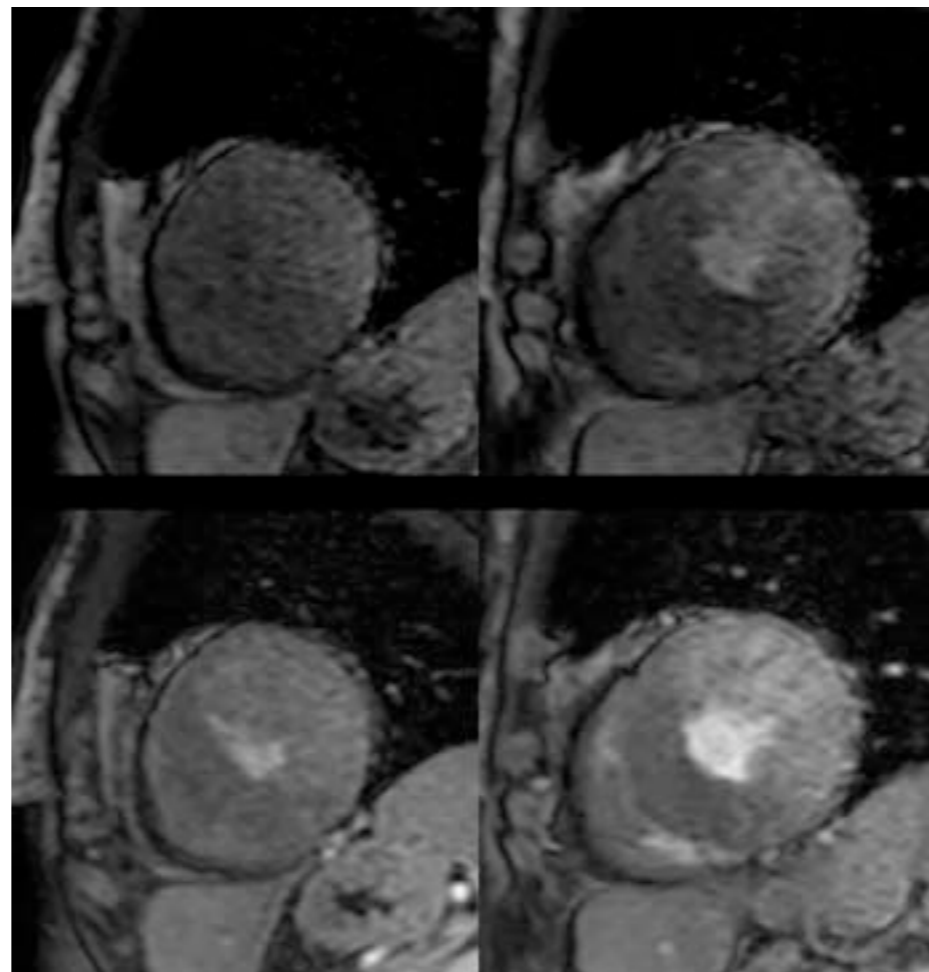
# 先行する核医学のエビデンスに対抗して

- **MR**

- 心筋全体: **NG**

- ダイナミック撮像: **OK**

- 収縮期撮像: **OK**







松山ハートセンター  
MATSUYAMA HEART CENTER

よつば循環器科クリニック  
YOTSUBA CIRCULATION CLINIC

# MDCTの話題

---

Viability

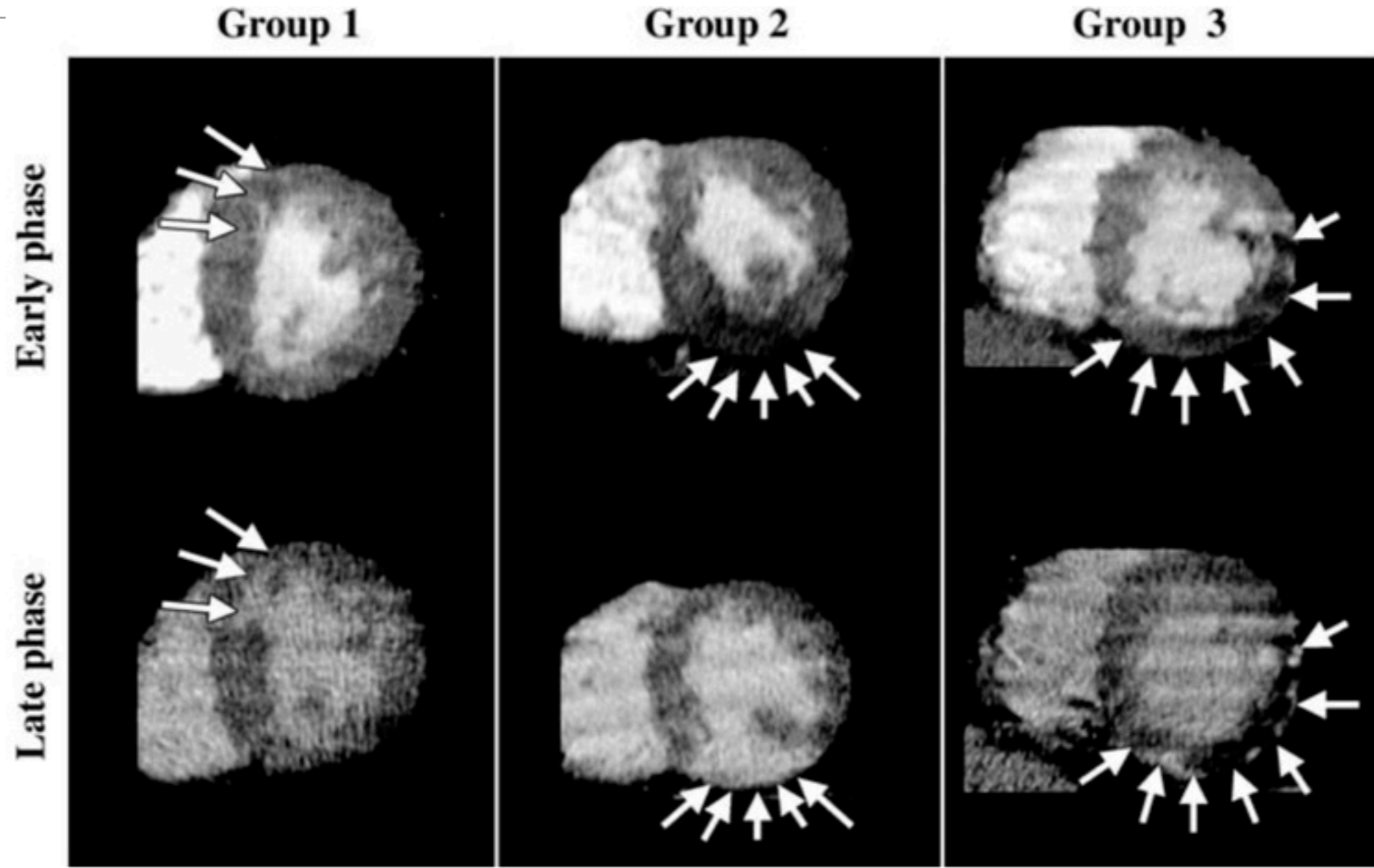
Ischemia

Myocardial Blood flow

コアベータ



# バイアビリティ (造影)



浅い

深い

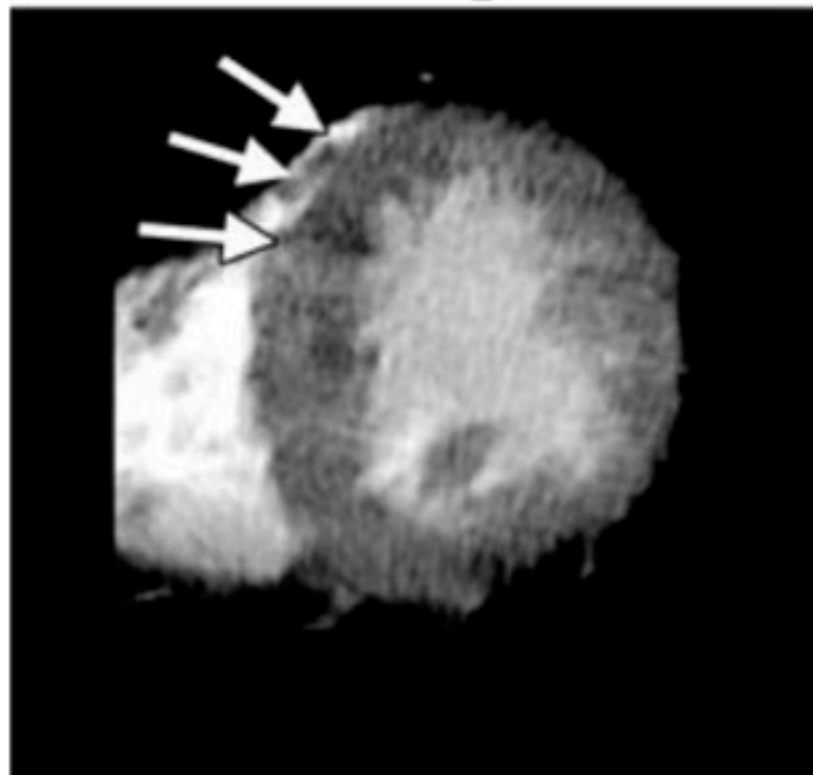
造影欠損

Koyama Y et al Radiology 2005 Jun;235(3):804-11

# バイアビリティ (造影)

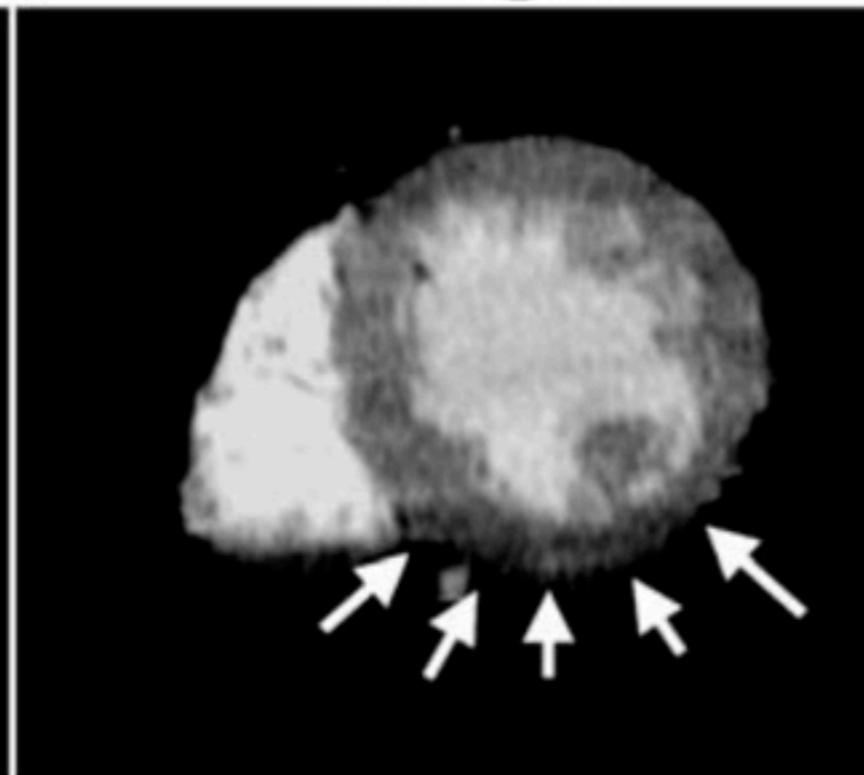
## 慢性期

Group 1



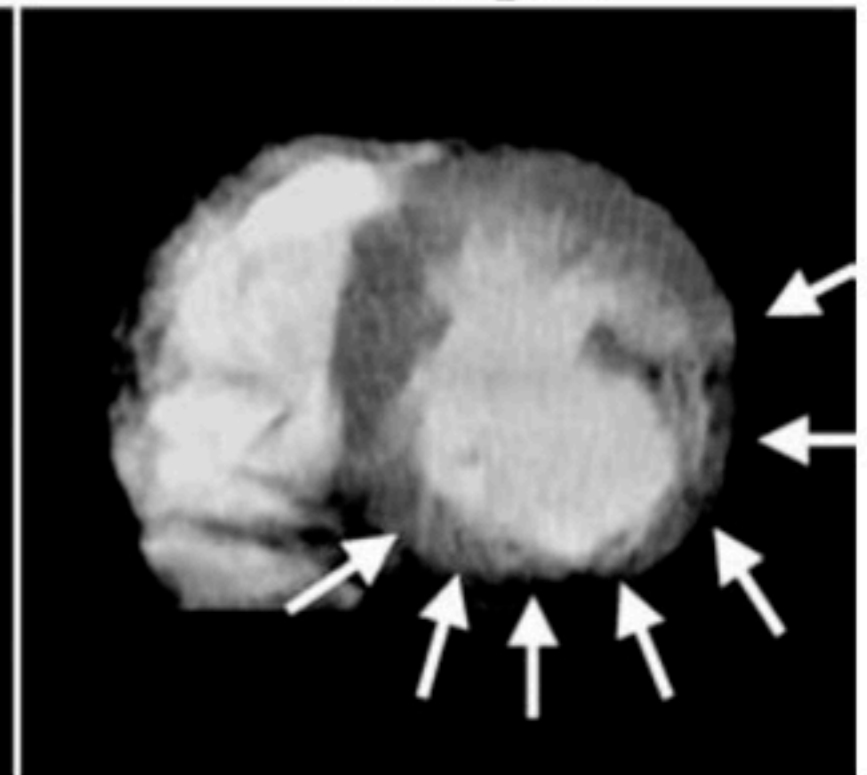
浅い

Group 2



深い

Group 3

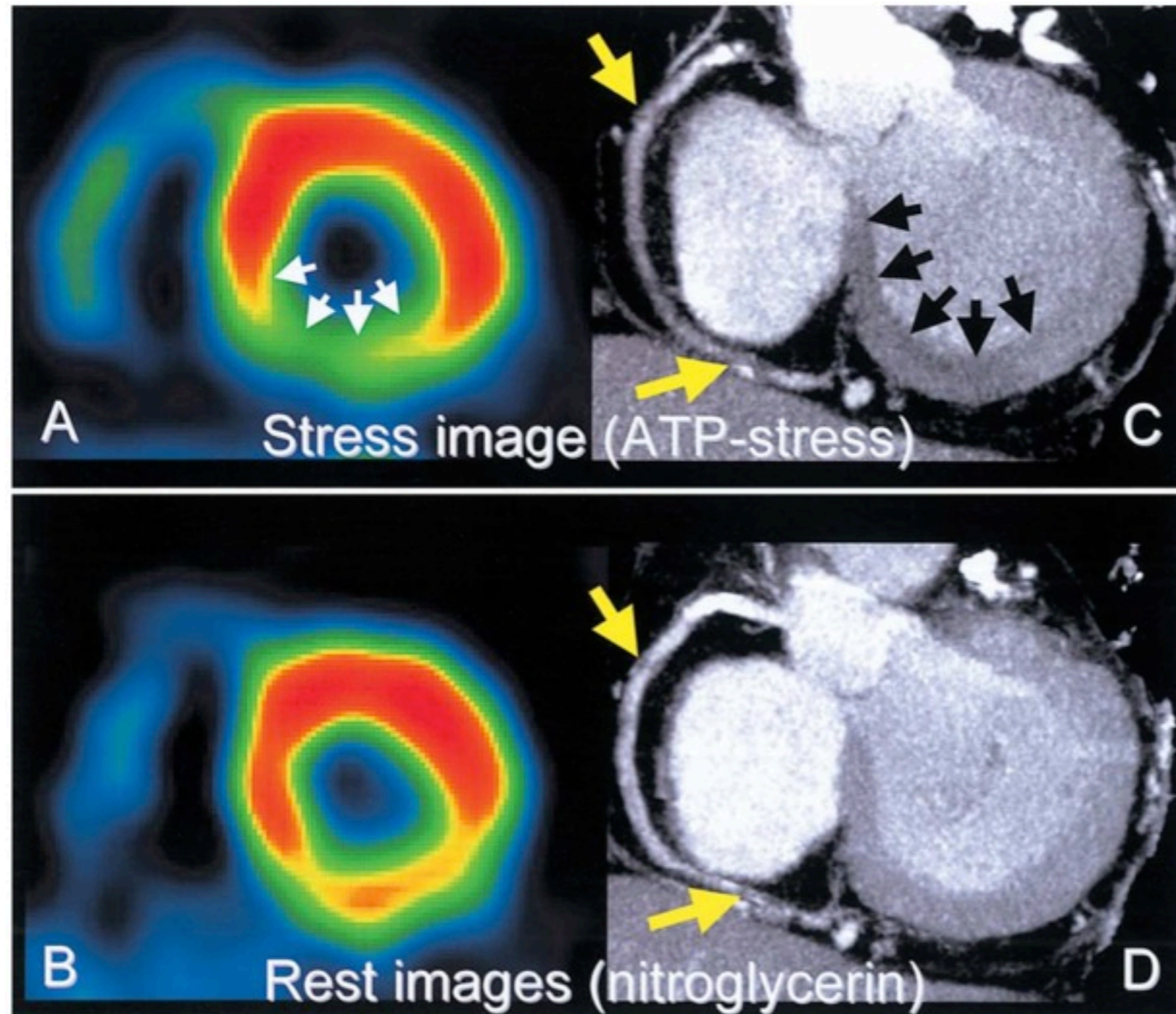


造影欠損

Koyama Y et al Radiology 2005 Jun;235(3):804-11

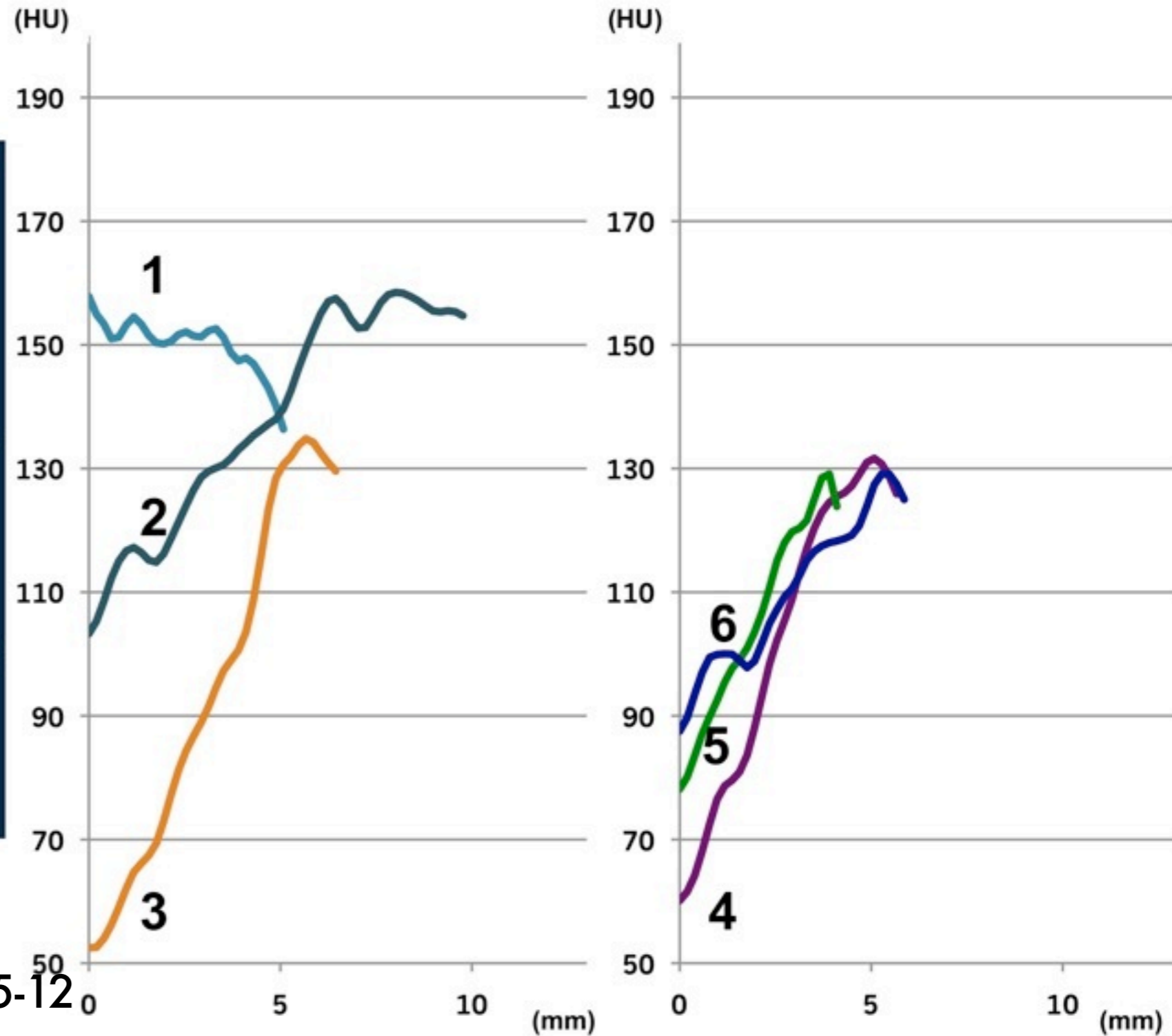
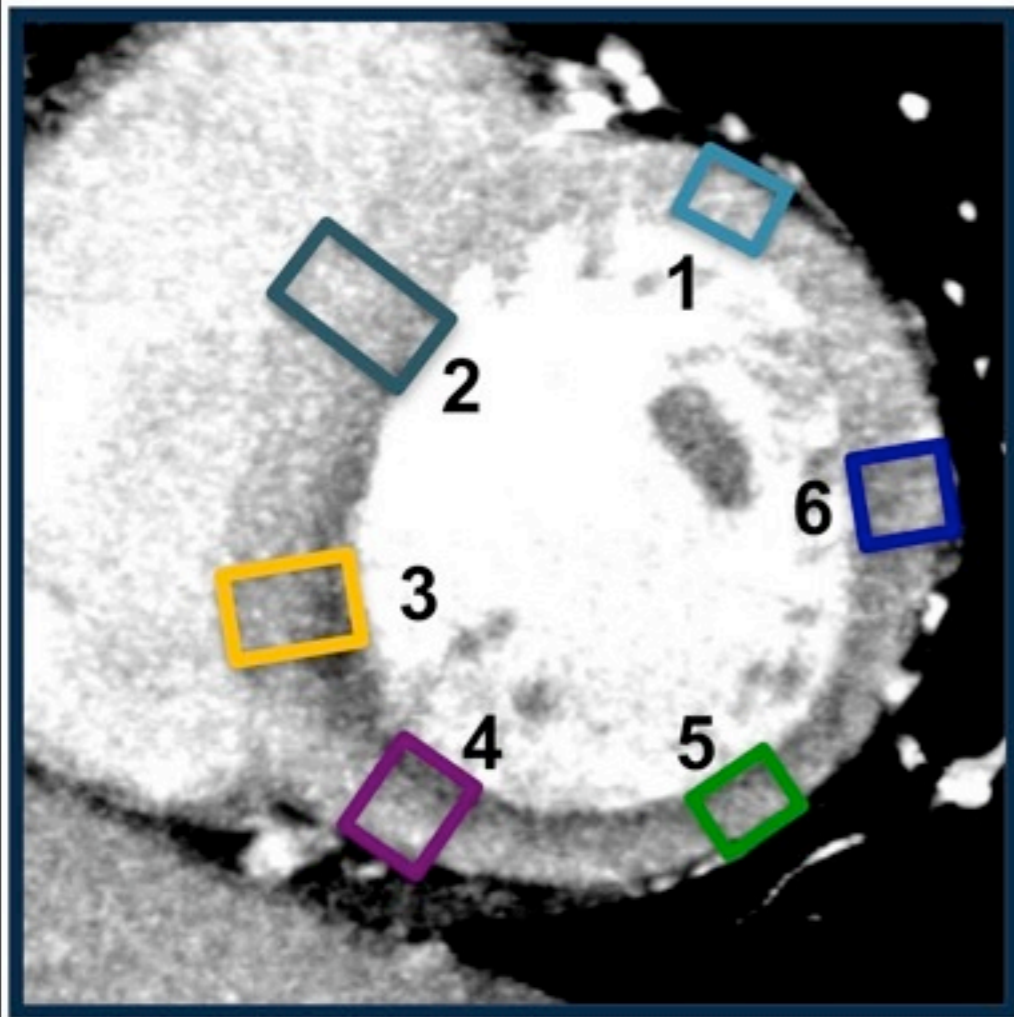


# Myocardial ischemia



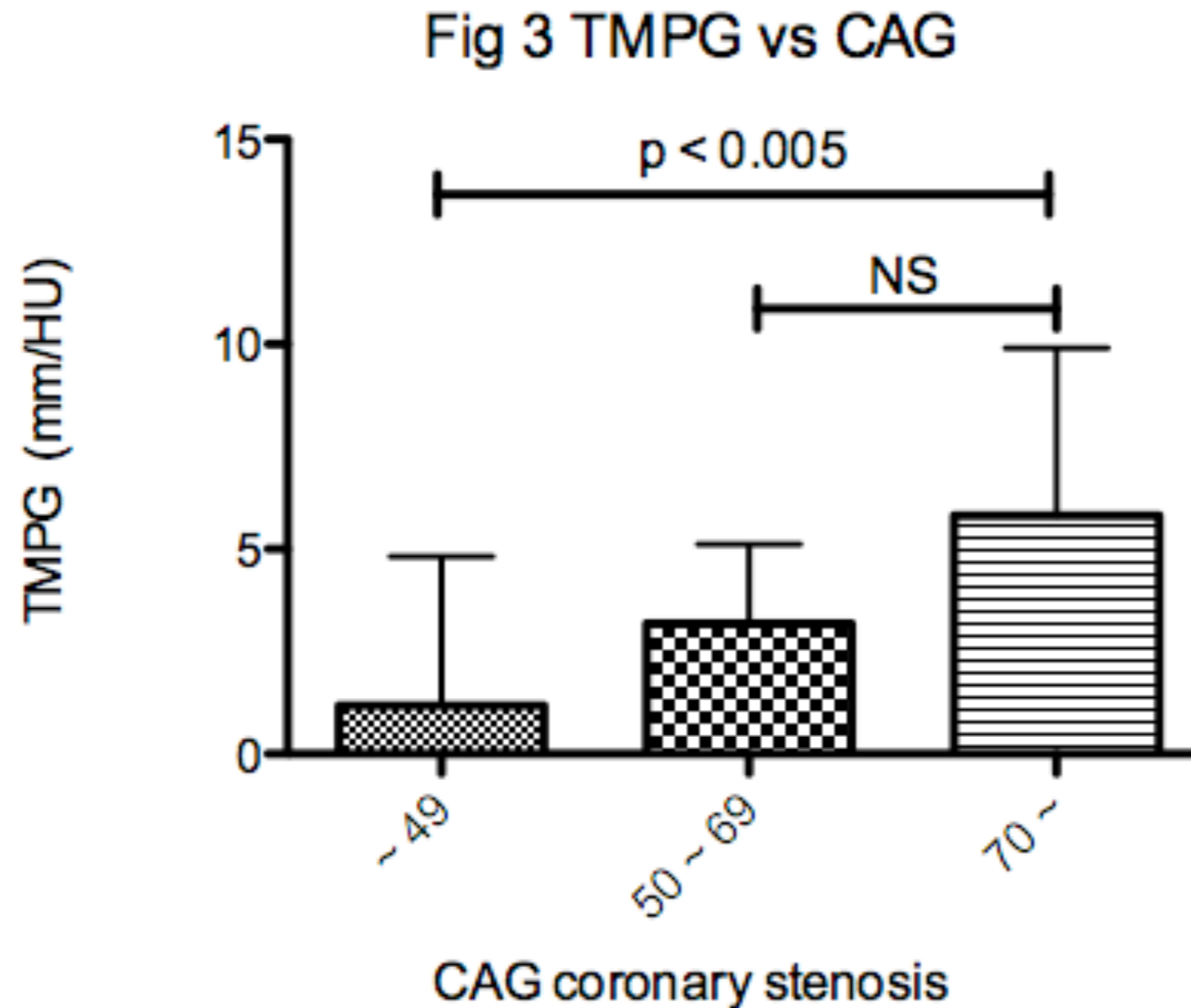
Kurata A. Circ J. 2005;69:550-7

# Calculation of transmural perfusion gradient (TMPG)



Hosokawa K. Circ J. 2011;75:1905-12

# TMPG transmural myocardial perfusion gradient

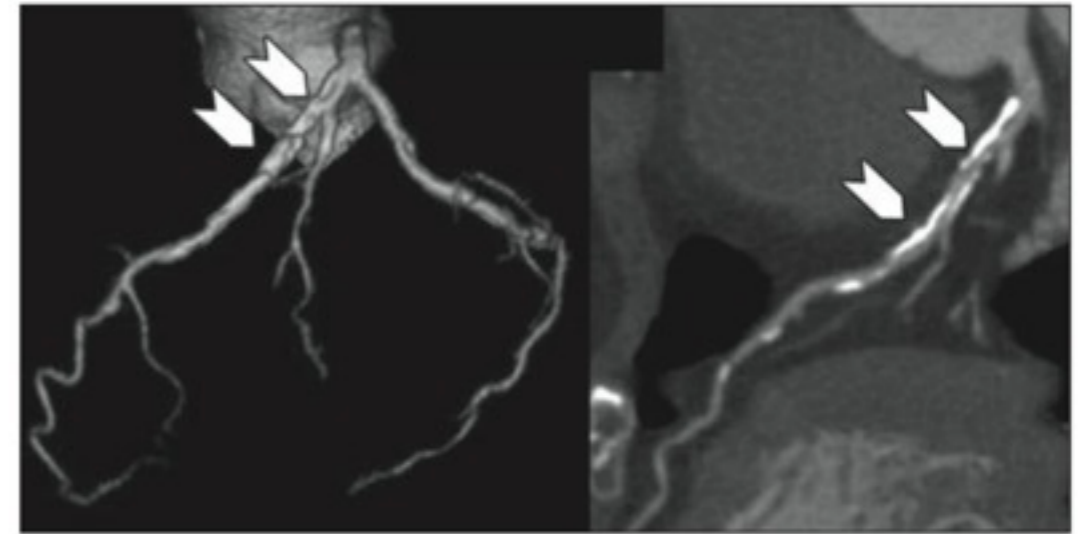
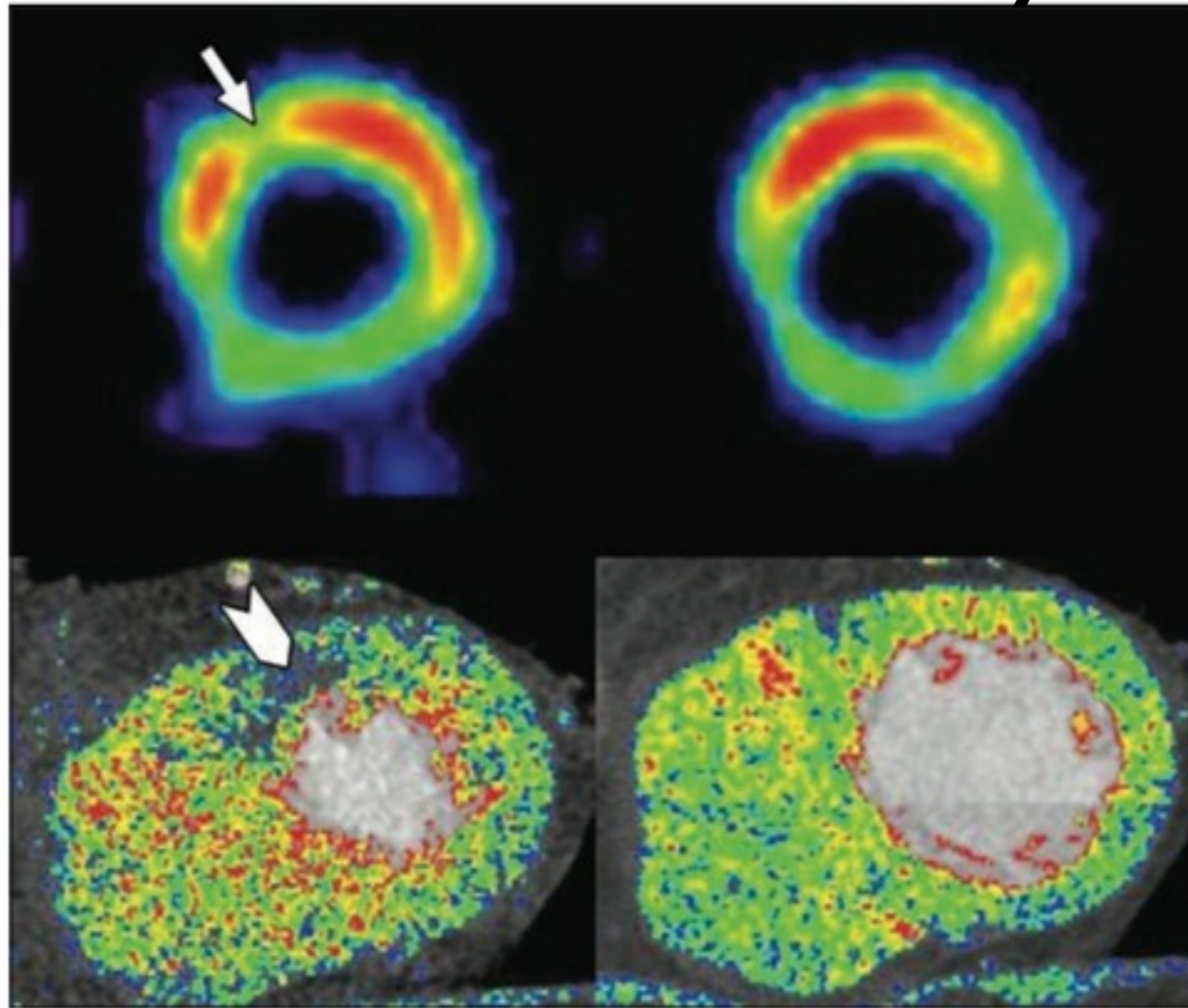




# Myocardial ischemia

TL ATP

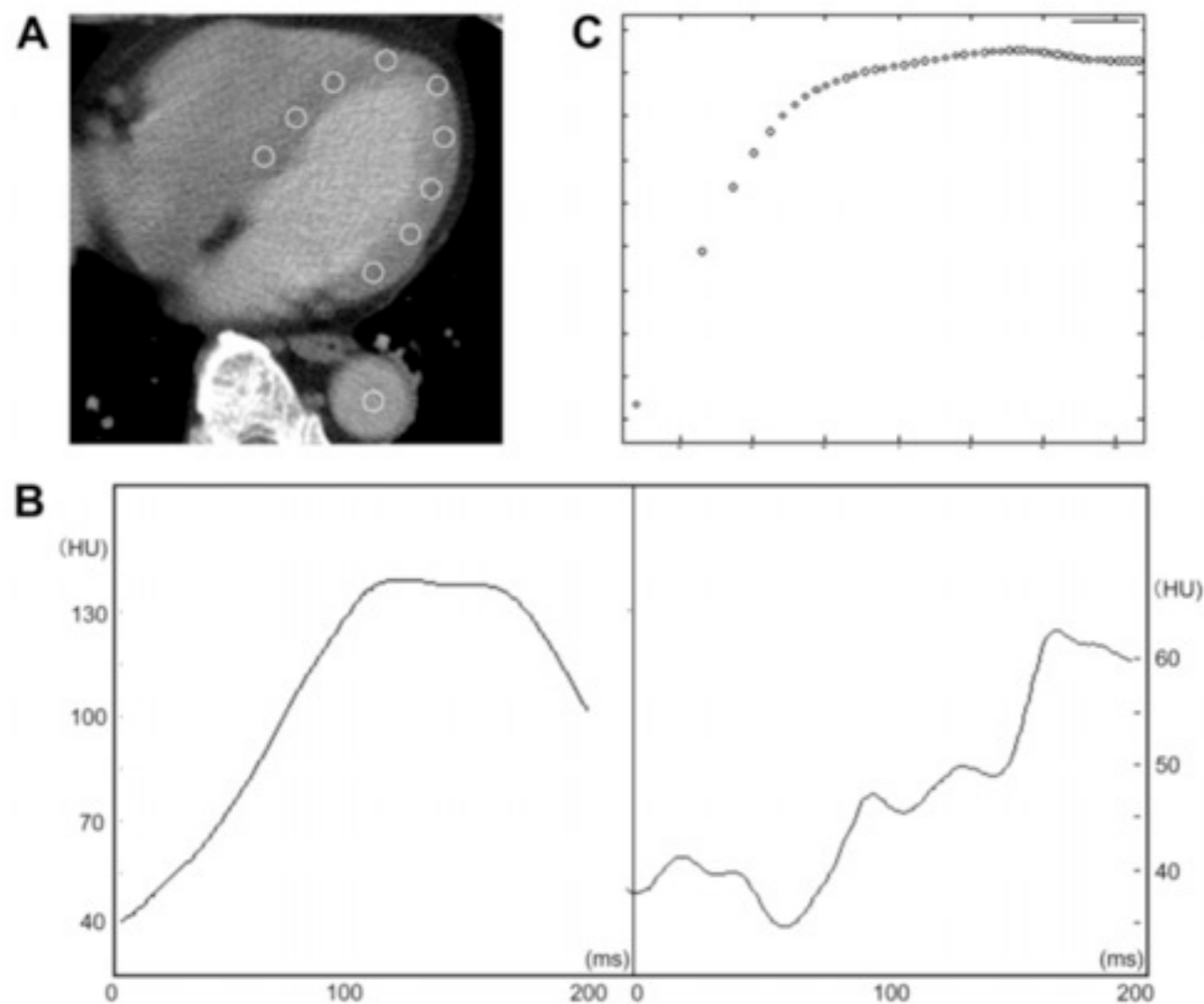
TL Delayed



Systolic perfusion CT Diastolic CT CTA

Nagao M. AJR Am J Roentgenol. 2008;191:19-25

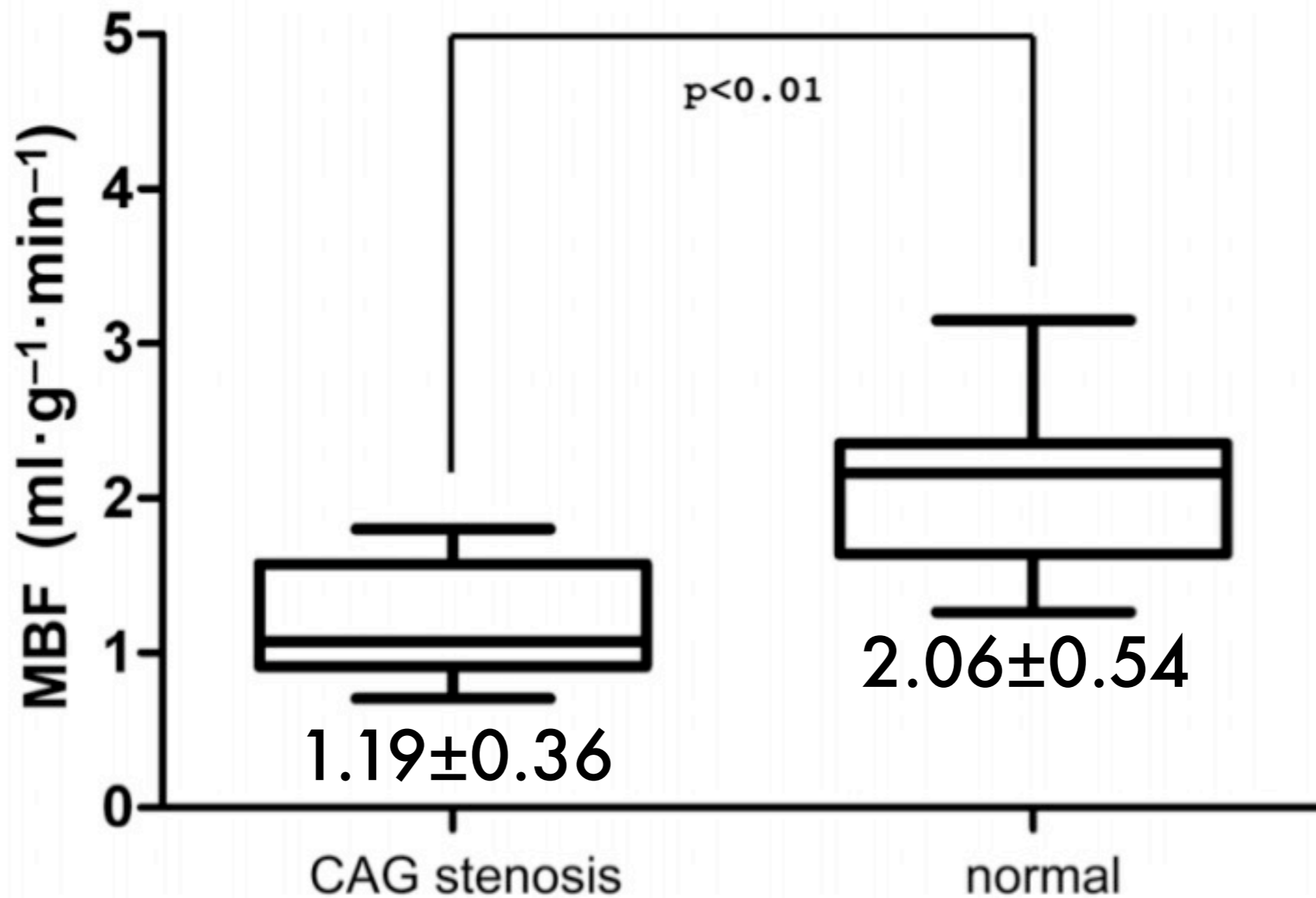
# Myocardial blood flow



MBF	(ml/g/min)
Overall	1.83 ± 0.62
LAD	1.51 ± 0.65
LCX	2.11 ± 0.69
RCA	1.89 ± 0.38

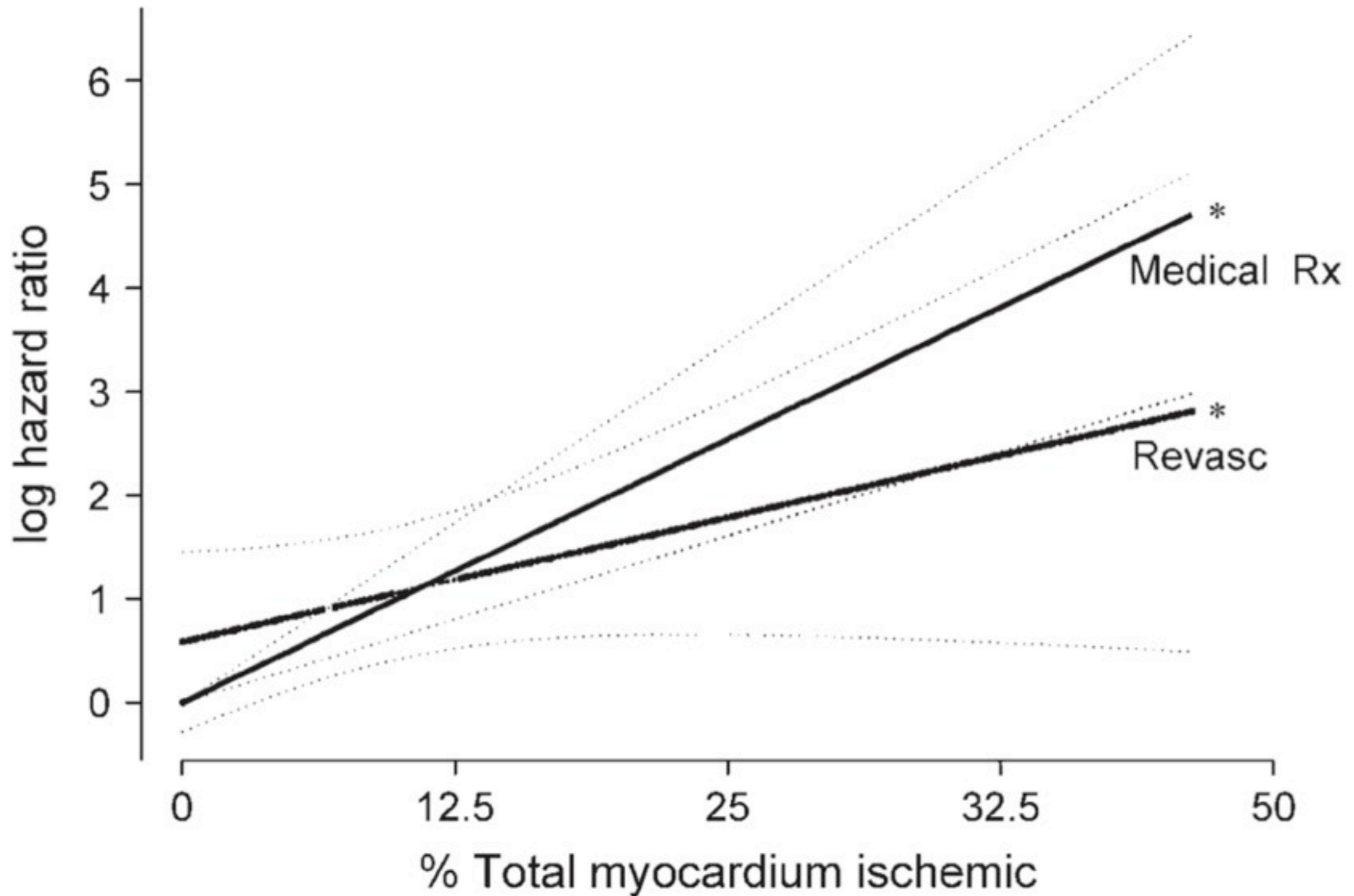
Kido T. Circ J 2008;72:1086-1091

# Myocardial blood flow



Kido T. Circ J 2008;72:1086-1091



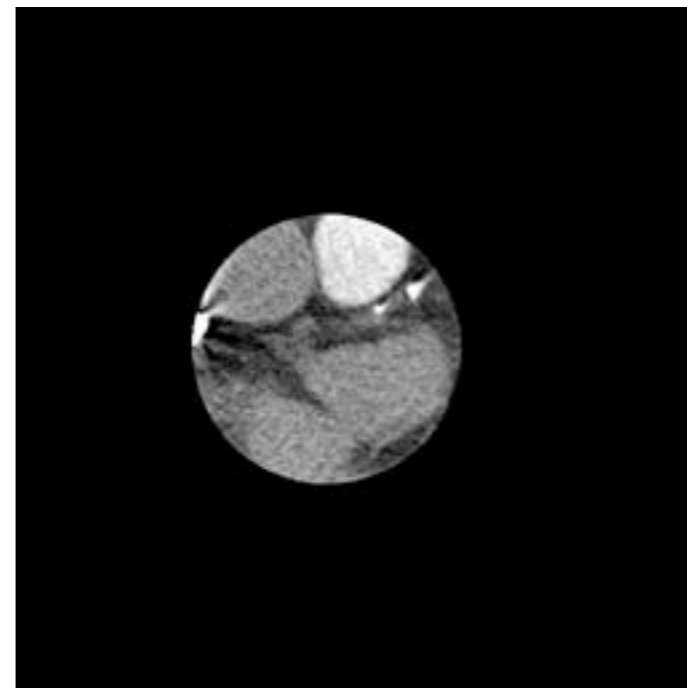
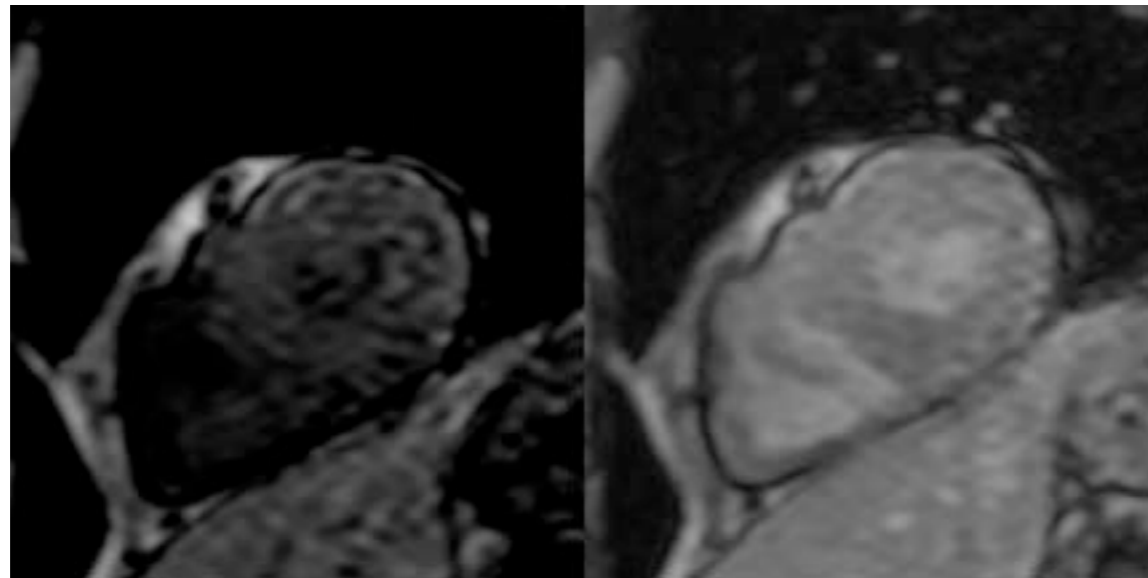


Log hazard ratio for revascularization vs. medical therapy (medical Rx) as a function of the percentage myocardium ischemic on the basis of final Cox proportional hazards model. Revasc 5 revascularization. \*Model P , 0.0001; interaction P 5 0.0305.

Hachamovitch R et al. Circulation. 2003;107:2900-2907

# 先行する核医学のエビデンスに対抗して

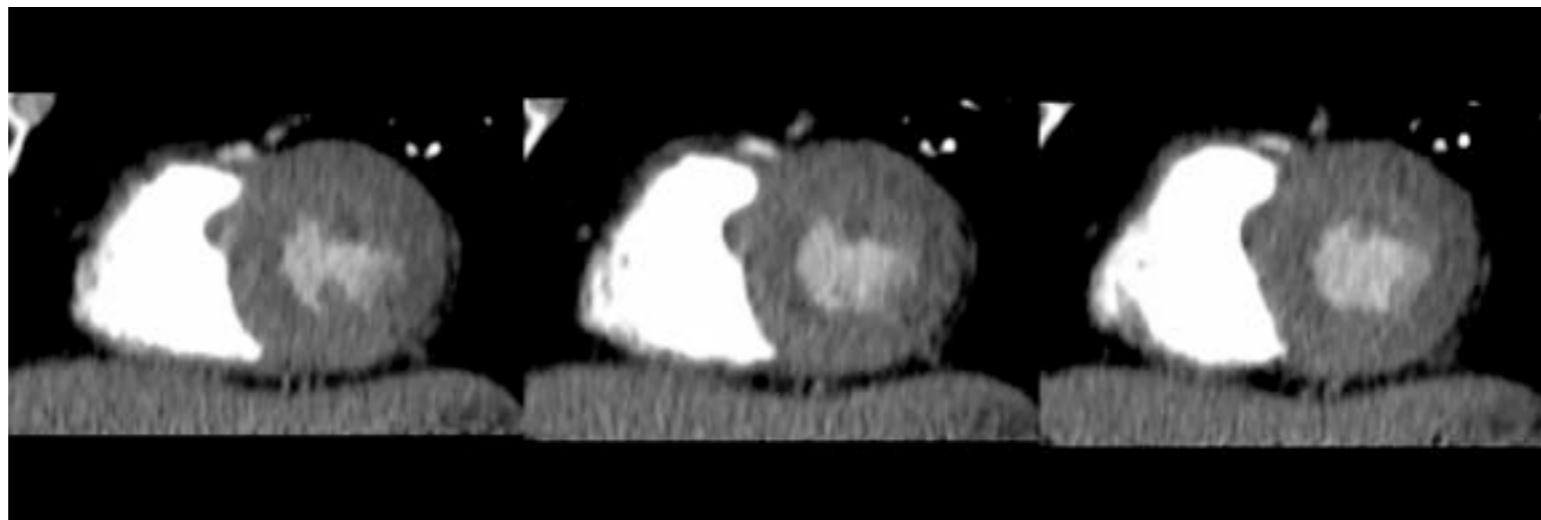
- (細胞内現象と細胞外現象の問題はあるが.....)
- 心筋全体を撮像して虚血心筋量を算出する必要性
- ダイナミック撮像の必要性
- 収縮期画像で評価する必要性



# 先行する核医学のエビデンスに対抗して

## • CT

- 心筋全体: 可能
- ダイナミック撮像: 初期段階
- 収縮期撮像: 初期段階





Corebeta

短時間作用型  $\beta_1$  選択的遮断剤

**コアベータ®** 静注用 12.5mg

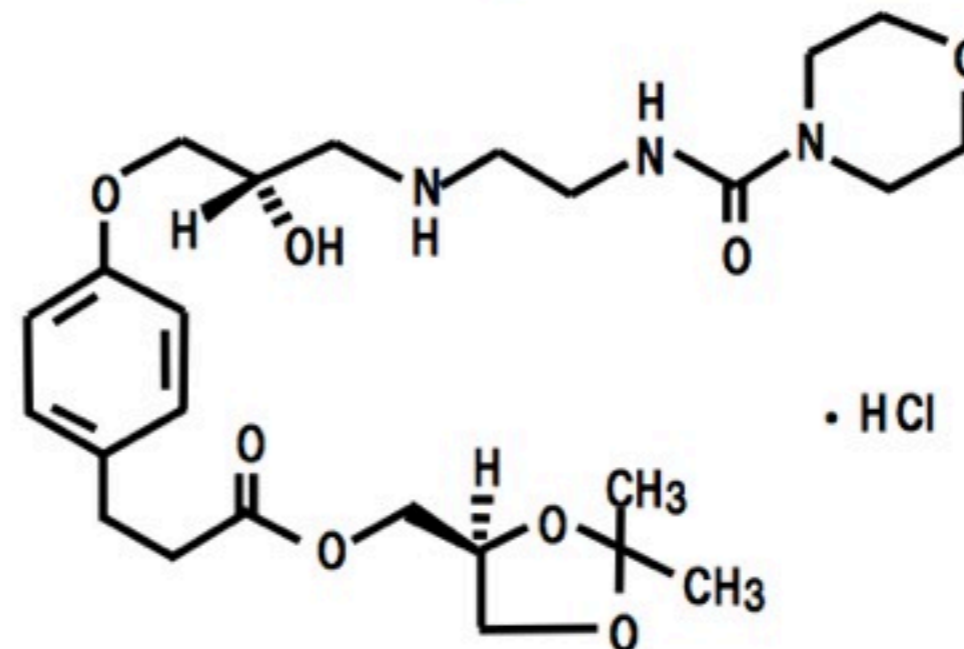
注射用ランジオロール塩酸塩

COREBETA®

劇薬、処方せん医薬品<sup>※</sup>

注) 医師等の処方せんにより使用すること

**構造式:**



**一般名:ランジオロール塩酸塩 ( landiolol hydrochloride )**

**剤 型:凍結乾燥注射剤**

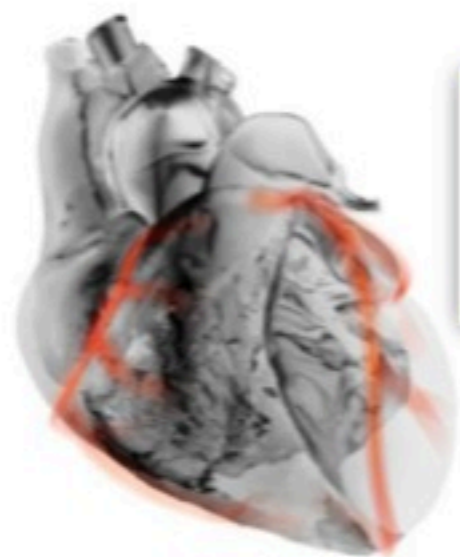
(1バイアル中にランジオロール塩酸塩 12.5mgを含有)

**効能・効果:コンピューター断層撮影による冠動脈造影における  
高心拍数時の冠動脈描出能の改善**

**用法・用量 :ランジオロール塩酸塩として, 1回0.125 mg/kgを  
1分間で静脈内投与する.**



# 冠動脈CT検査におけるコアベータの作用点



冠動脈CT  
高心拍時\*



コアベータ

$\beta_1$ 選択性  
半減期:約4分

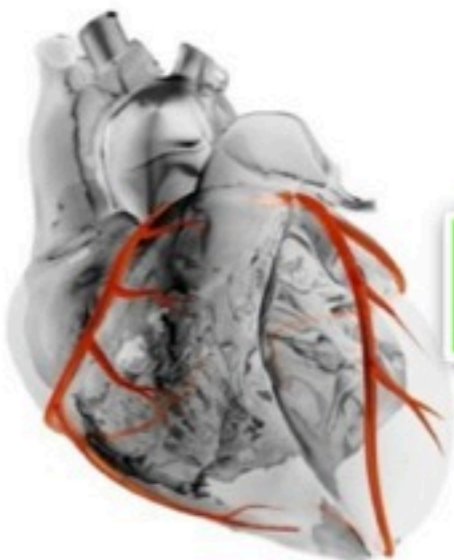
$\beta_1$ 受容体  
抑制



心拍数低下



冠動脈描出能改善



\*:第Ⅲ相二重盲検臨床比較試験では、検査室入室時および硝酸薬投与直前の心拍数が70~90拍/分の患者を対象とした。

監修:東京医科大学 循環器内科 主任教授 山科 章

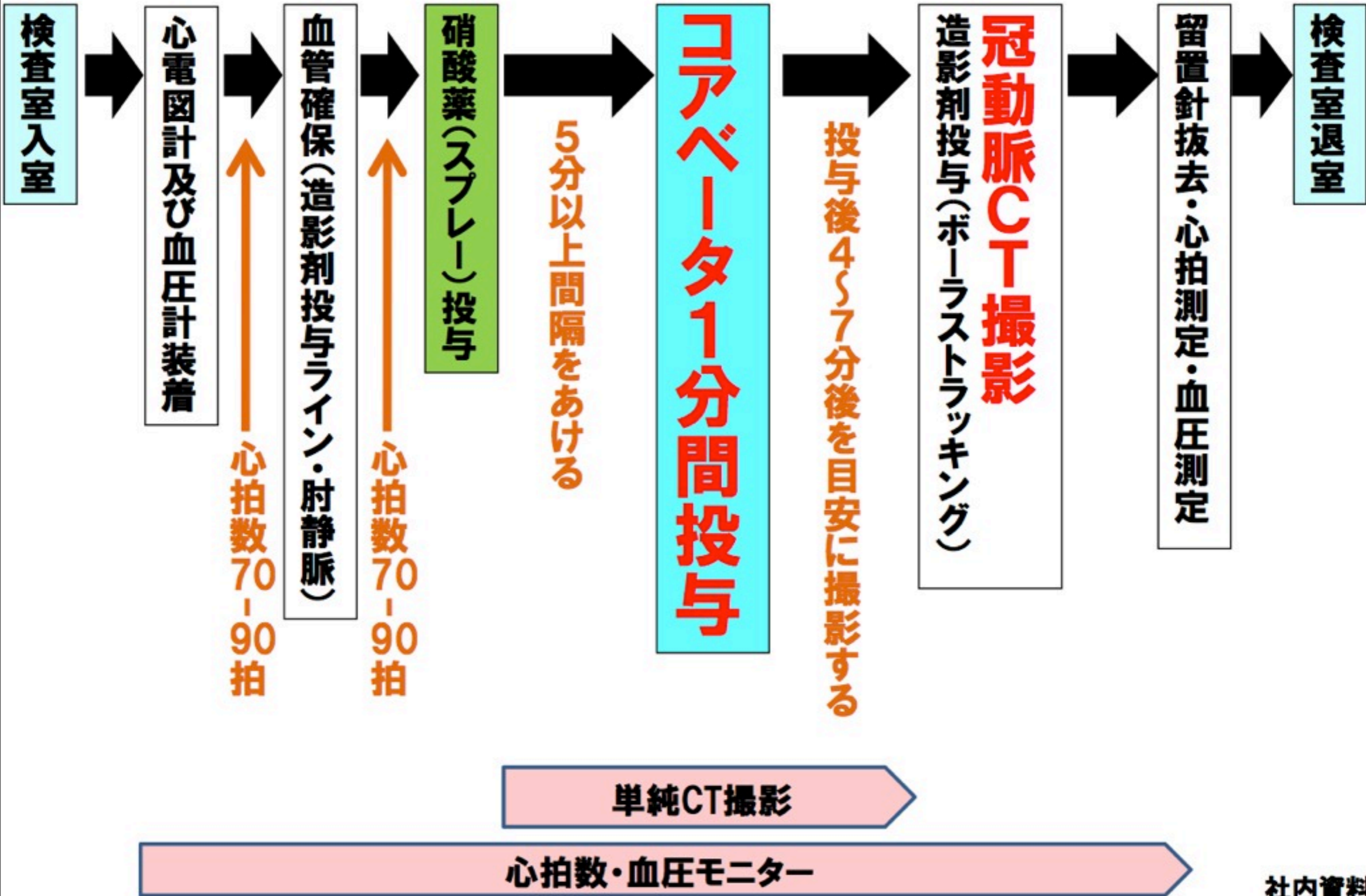


1. 世界初の「冠動脈CTにおける高心拍数時の冠動脈描出能の改善」に対する適応を取得した薬剤です。
2. 投与直後に心拍数減少作用を示し、15-30分で消失する、即効性と調節性に優れた短時間作用型  $\beta_1$  選択的遮断剤です。
3. 撮影時心拍数を下げ、良好な冠動脈描出能を得ることが出来ます。
4. 被曝低減撮影に必要とされる65拍/分までの到達率は66.7%でした（プラセボ:23.6%）。
5. 副作用の発現率は5.3%でした。

承認時の臨床試験において377名中20名(5.3%)に副作用(臨床検査値の異常を含む)が認められた。主な副作用は血圧低下4名(1.1%)、ALT(GPT)上昇3名(0.8%)、発疹3名(0.8%)、AST(GOT)上昇2名(0.5%)、ビリルビン上昇2名(0.5%)、白血球増加2名(0.5%)等であった。(承認時)



# 治験時におけるコアベータ投与タイミング





# Corebeta コアベータの冠動脈描出能に対する臨床効果

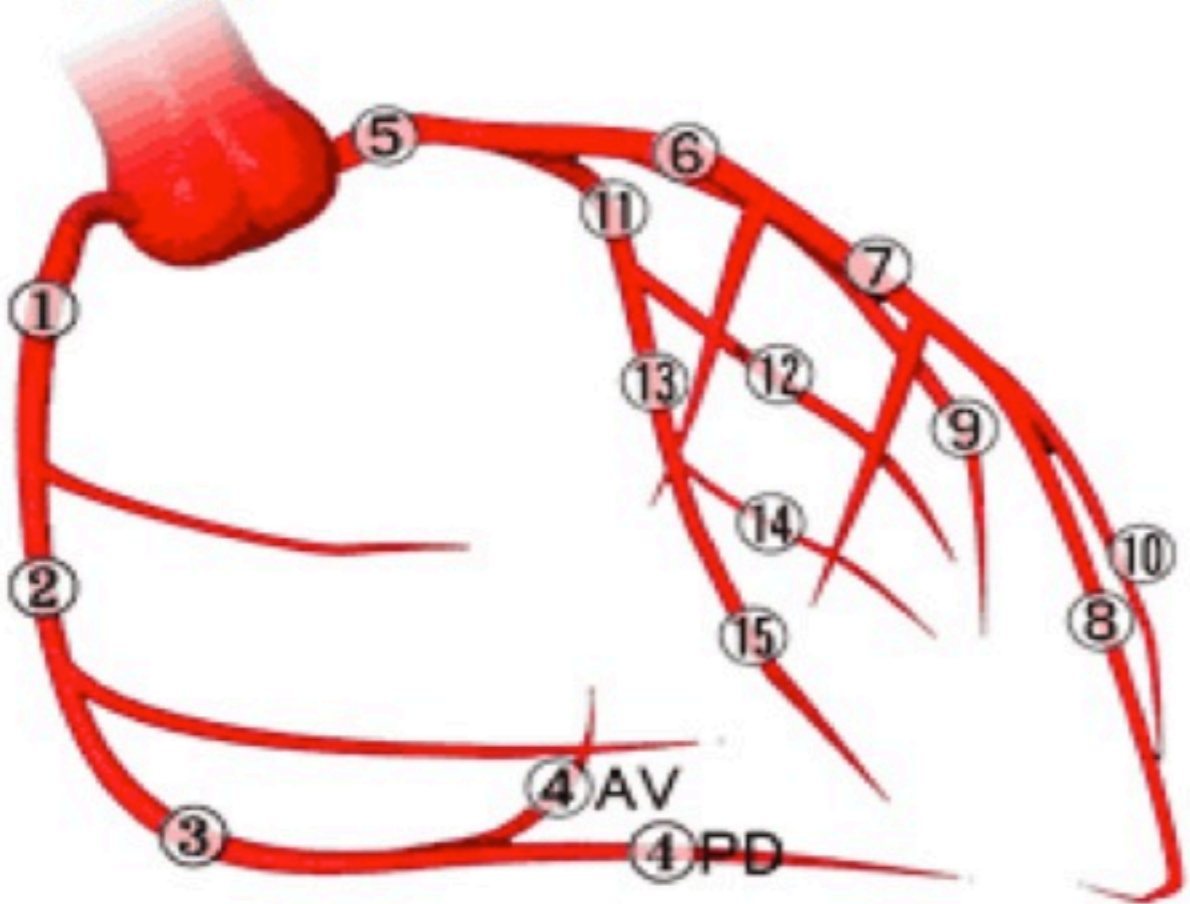
## — 冠動脈描出能評価法 —

(二重盲検比較臨床試験)

- RR間隔の70%をトリガーとして再構成した再構成した画像を基に中央画像処理者が中央判定用画像(VR画像、MPR画像)を作成し、中央判定委員が下記基準により判定
  - 冠動脈をAHA\*の冠動脈分類に従い15セグメント(計16セグメント)に分類
  - 各セグメントを3段階スコアで判定
  - 症例毎の冠動脈描出能の評価は全16セグメントの判定スコアの最低値
- 例)15本のセグメントがスコア2(診断可能)と判定されても、残り1本のセグメントがスコア1(診断不能)と判定された場合、その症例の冠動脈描出能はスコア1(診断不能)となる。
- 高度の石灰化, ステント留置, 造影不良, 心筋ブリッジなどの隣接する構造物などが認められるセグメントは冠動脈描出能の判定に影響を与える可能性があり、判定対象から除外

\*:AHA(American Heart Association)

### 冠動脈描出能の判定基準



スコア	判定基準
3	アーチファクトがなく診断は可能 (モーションアーチファクトなし, 診断可能な画像)
2	アーチファクトはあるが診断は可能 (モーションアーチファクトあり, 診断可能な画像)
1	アーチファクトがあり診断は不能 (モーションアーチファクトあり, 診断不能な画像)

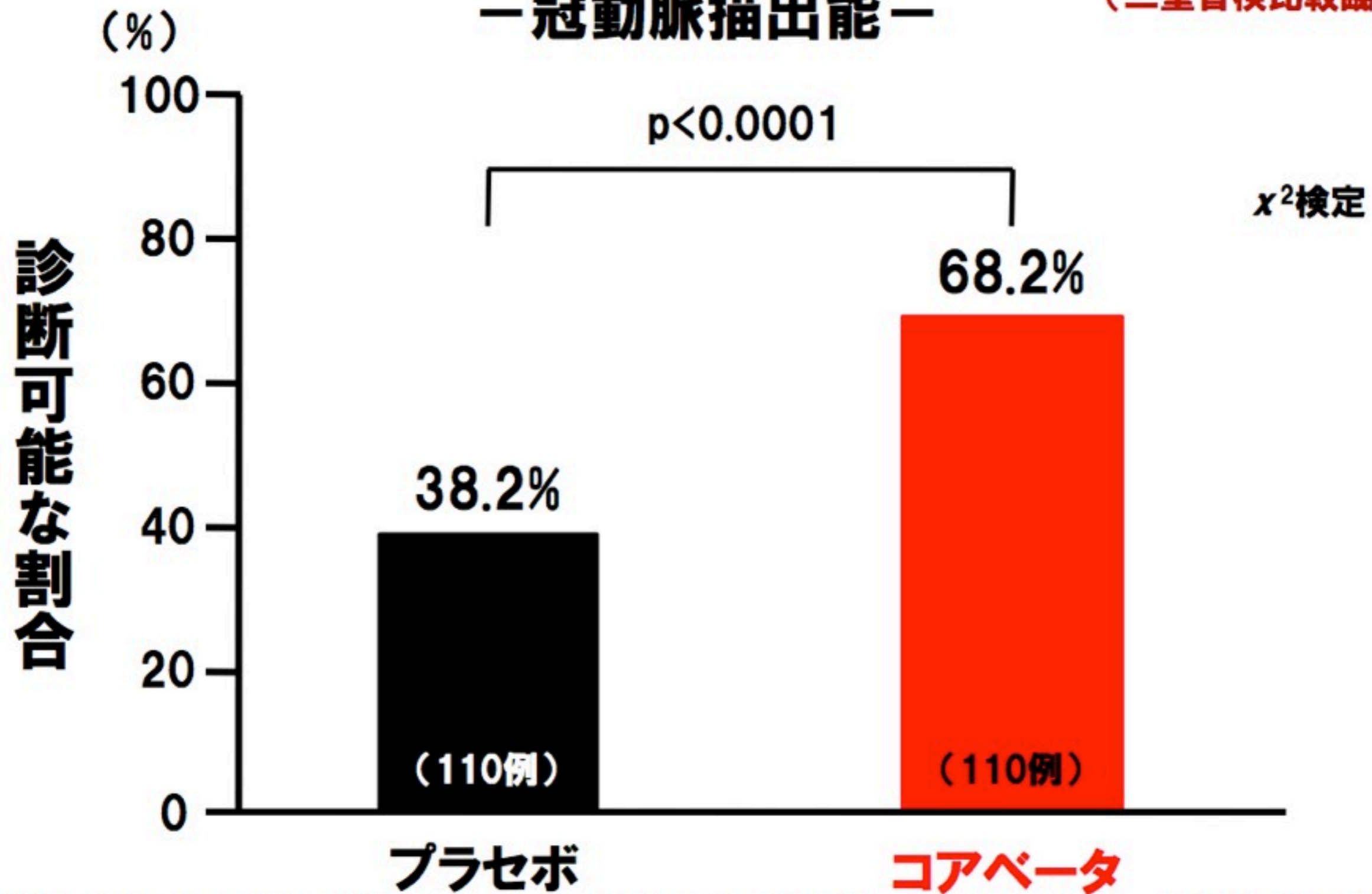
社内資料



# Corebeta コアベータの冠動脈描出能に対する臨床効果

(二重盲検比較臨床試験)

## —冠動脈描出能—



【試験方法】虚血性心疾患が疑われ、冠動脈造影が必要と診断された患者256例に、プラセボまたはコアベータ0.125mg/kgを1分間かけて静脈内投与

【評価方法】冠動脈の16セグメントに対し診断可能か評価を行った後、16セグメント全てが診断可能な場合を診断可能な症例として全症例における割合を求めた。なお、高度の石灰化、ステント留置、造影不良、心筋ブリッジなどの隣接する構造物などが認められるセグメントは判定対象から除外した。

社内資料



**Corebeta コアベータの冠動脈描出能に対する臨床効果**

**—冠動脈描出能・層別—**

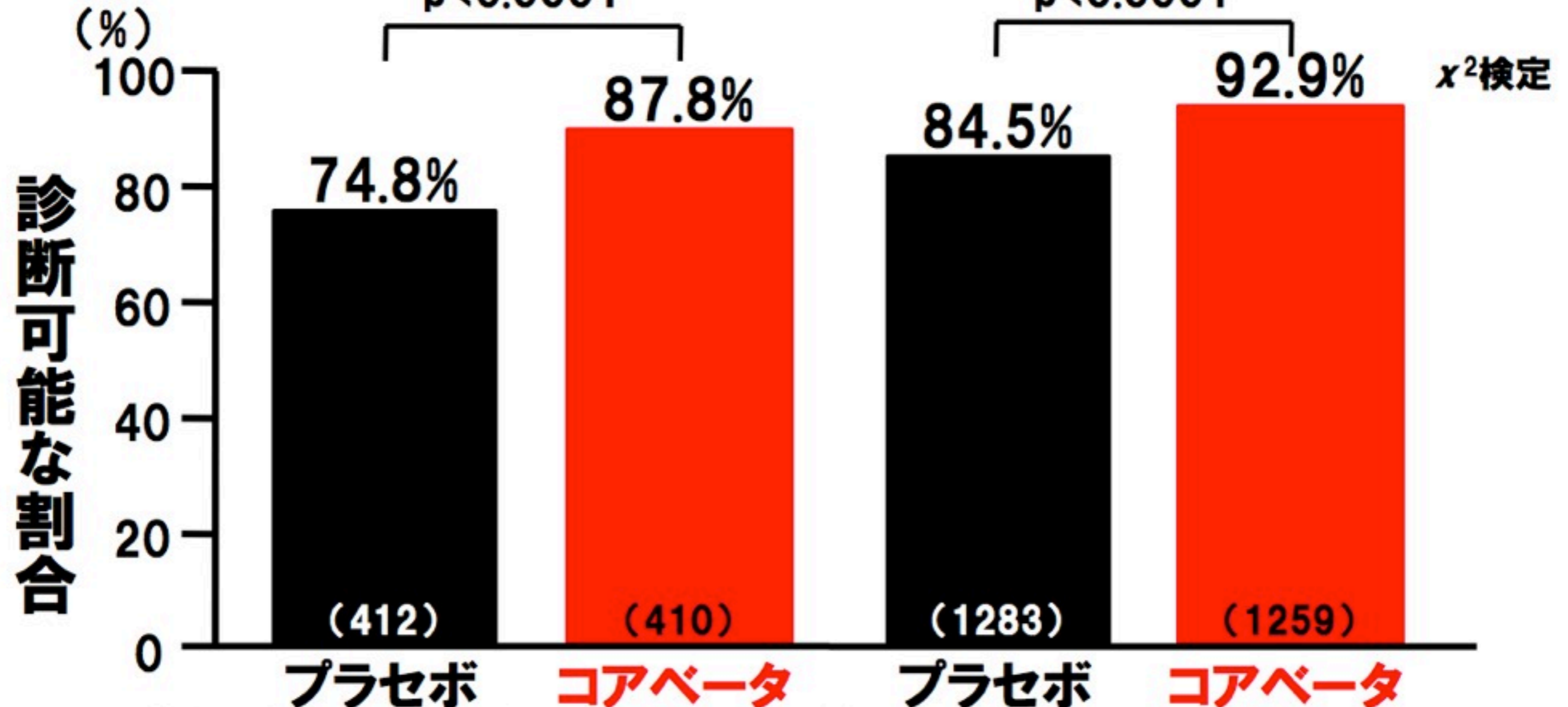
(二重盲検比較臨床試験)

**冠動脈毎** (冠動脈数)

**セグメント毎** (セグメント数)

p<0.0001

p<0.0001



【試験方法】虚血性心疾患が疑われ、冠動脈造影が必要と診断された患者256例に、プラセボまたはコアベータ0.125mg/kgを1分間かけて静脈内投与

【評価方法】冠動脈の16セグメントに対し診断可能か評価を行った後、冠動脈毎、セグメント毎に全体に対する診断可能な割合を求めた。冠動脈分類は右冠動脈、左冠動脈主幹部、左前下行枝、左回旋枝の4部位とし、各冠動脈分類におけるセグメント全てが診断可能な場合を診断可能として評価した。なお、高度の石灰化、ステント留置、造影不良、心筋ブリッジなどの隣接する構造物などが認められるセグメントは判定対象から除外した。

社内資料



## 効能・効果

- ・ **コンピューター断層撮影の冠動脈CTにおける高心拍数時の冠動脈描出能の改善**

### ＜効能・効果に関連する使用上の注意＞

- (1)本剤は、コンピューター断層撮影(CT)検査室の入室後に患者の心拍数を確認し、心拍数の減少が必要な場合に限り使用すること。
- (2)心拍数90回/分を超える患者における有効性及び安全性は確認されていない。
- (3)心房細動を有する患者における有効性及び安全性は確認されていない。



## 用法・用量

・ランジオロール塩酸塩として、1回0.125 mg/kgを1分間で静脈内投与する。

### ＜用法・用量に関連する使用上の注意＞

- (1) 本剤の静脈内投与終了の4～7分後を目安に冠動脈CTを開始すること。
- (2) 本剤投与に際しては、下記の体重別投与液量表を参考にすること。

#### ＜体重別投与液量表＞

・本剤12.5mgを10mLに溶解した場合

体重	投与量
30kg	3.0mL
40kg	4.0mL
50kg	5.0mL
60kg	6.0mL

体重	投与量
70kg	7.0mL
80kg	8.0mL
90kg	9.0mL
100kg	10.0mL



## 半減期

---

- アテノロール (テノーミン錠25) 約 8 時間
- メトプロロール (セロケン錠40) 約 2.8 時間
- プロプラノロール注射液 (インデラル注射液) 約 2.3 時間
- ランジオロール塩酸塩 (コアベータ注射液) 約 4 分

# コアベータ

---

- RR (msec) n=30
- コアベータ (-)
  - テスト撮像時  $1008 \pm 21$
  - 冠動脈撮像時  $1080 \pm 25.8$
- コアベータ (+)
  - テスト撮像時  $804 \pm 25.2$
  - 冠動脈撮像時番  $1022 \pm 33.7$

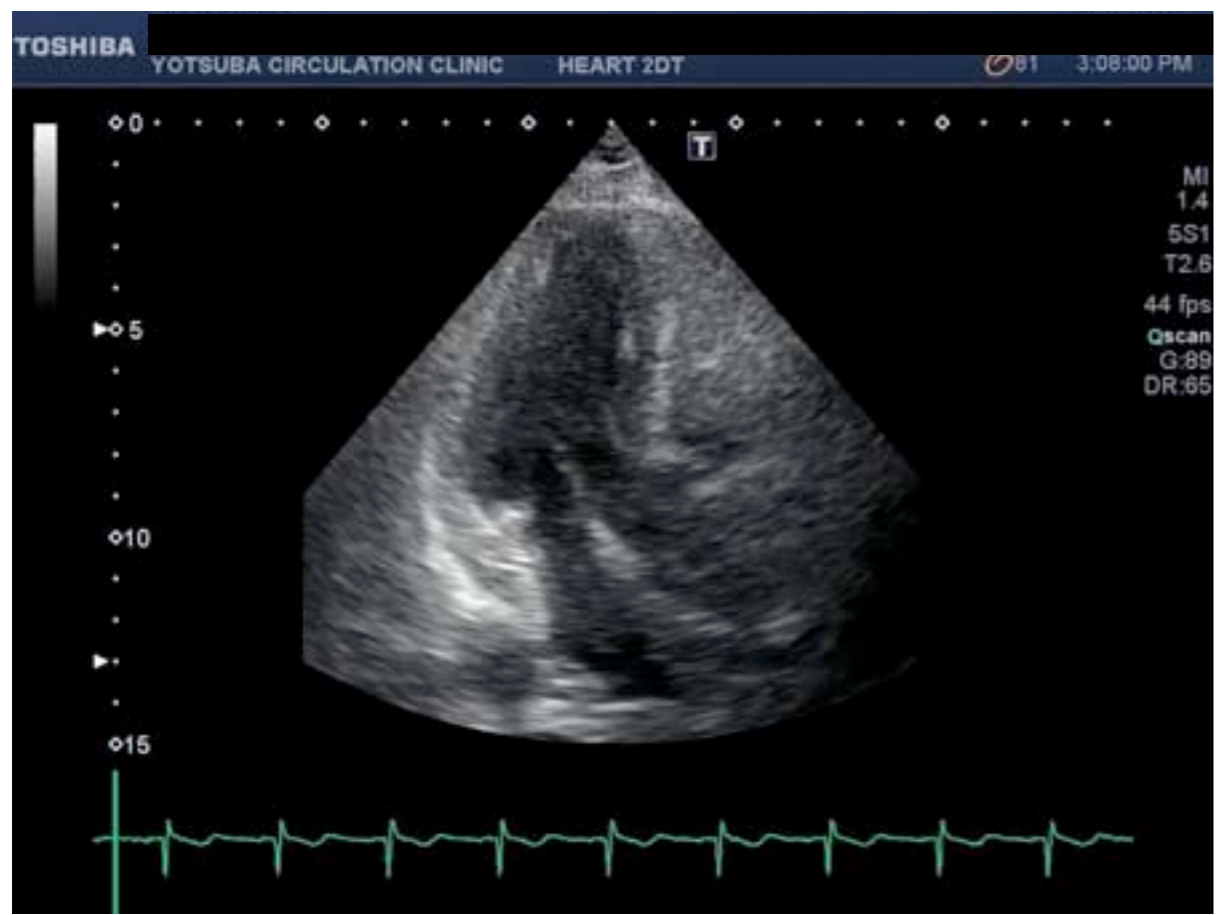
# コアベータ

---

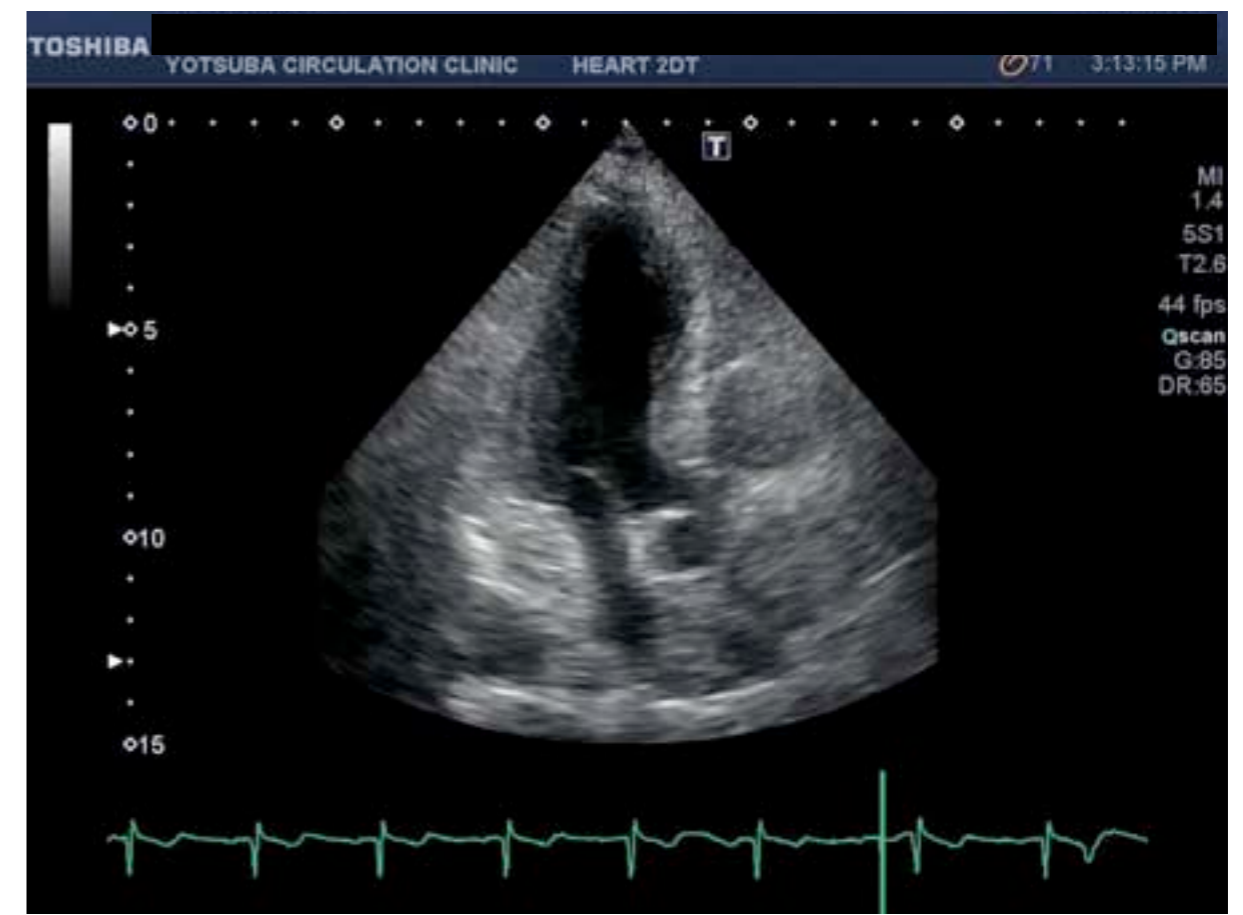
- n=271 (2011-09-17 - 2012-01-30)
- 年齢 (歳)  $64 \pm 11.6$  男/女 122 / 149
- BMI  $24.1 \pm 3.7$  eGFR  $71.6 \pm 17.1$
- HT 144, HL 127, DM 54, smoking 19, FH 2
- HR (bpm)
  - テスト撮像時  $75 \pm 1.4$
  - 冠動脈撮像時  $62 \pm 1.4$



# コアベータ



前



後

# コアベータ

---

- すべての症例にコアベータ推奨量のみで対処できません  
という声
- 対案として インデラルを効くまで静注しています
  - インデラルの効果発現時間や半減期から考えて正しい  
使い方ではない

# コアベータ

---

- HR 80以上症例は適応外またはセロケンで前処置
- CT室でコアベータを静注 (前後に生食)
- 原則として推奨量を用いる
- ただし症例に応じて増減する
  
- テノーミンは用いない
- セロケンはやむを得ない場合にのみ用いる
- インデラルは用いない





松山ハートセンター  
MATSUYAMA HEART CENTER

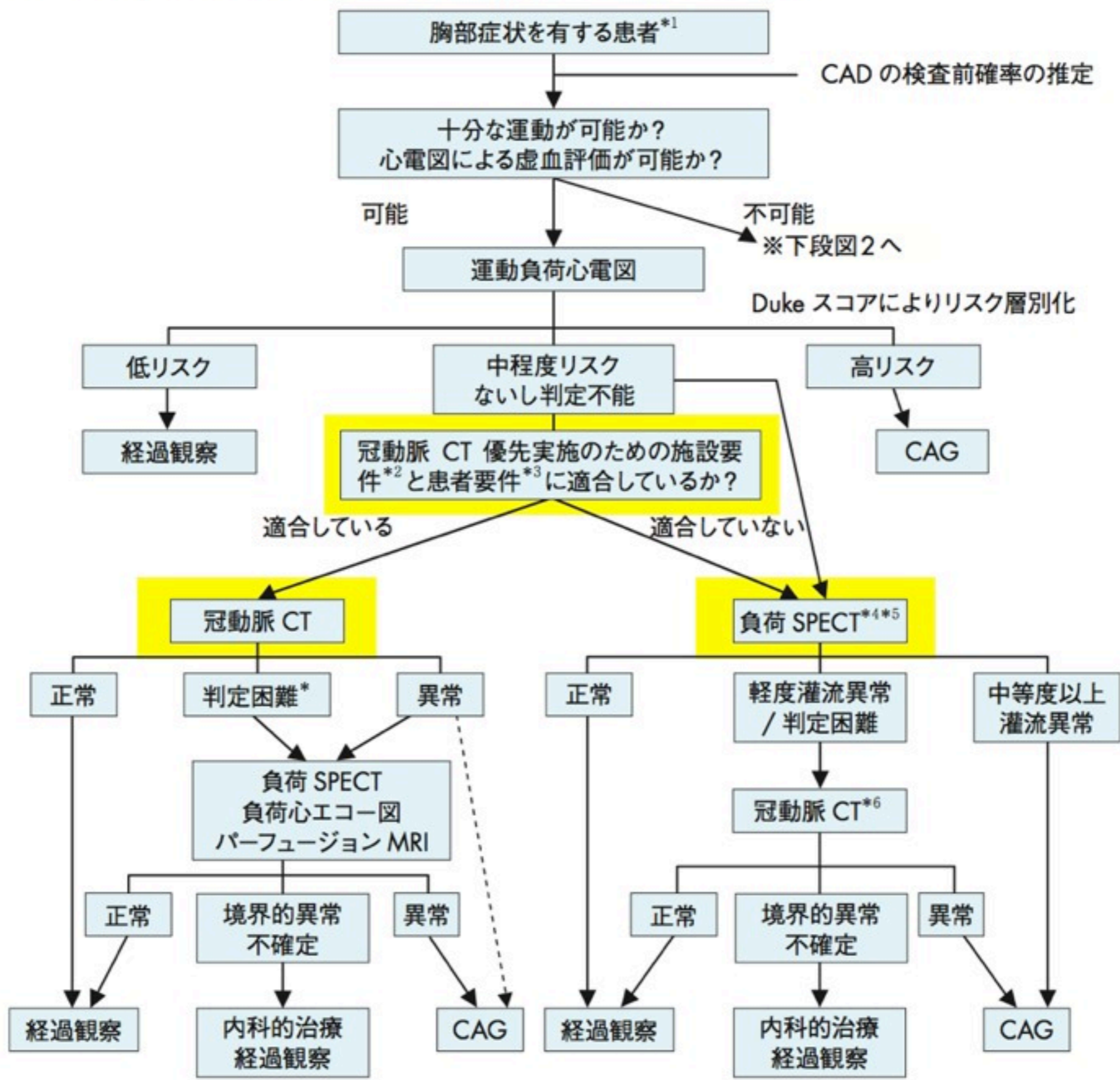
よつば循環器科クリニック  
YOTSUBA CIRCULATION CLINIC

# 循環器病の診断と治療に関するガイドライン

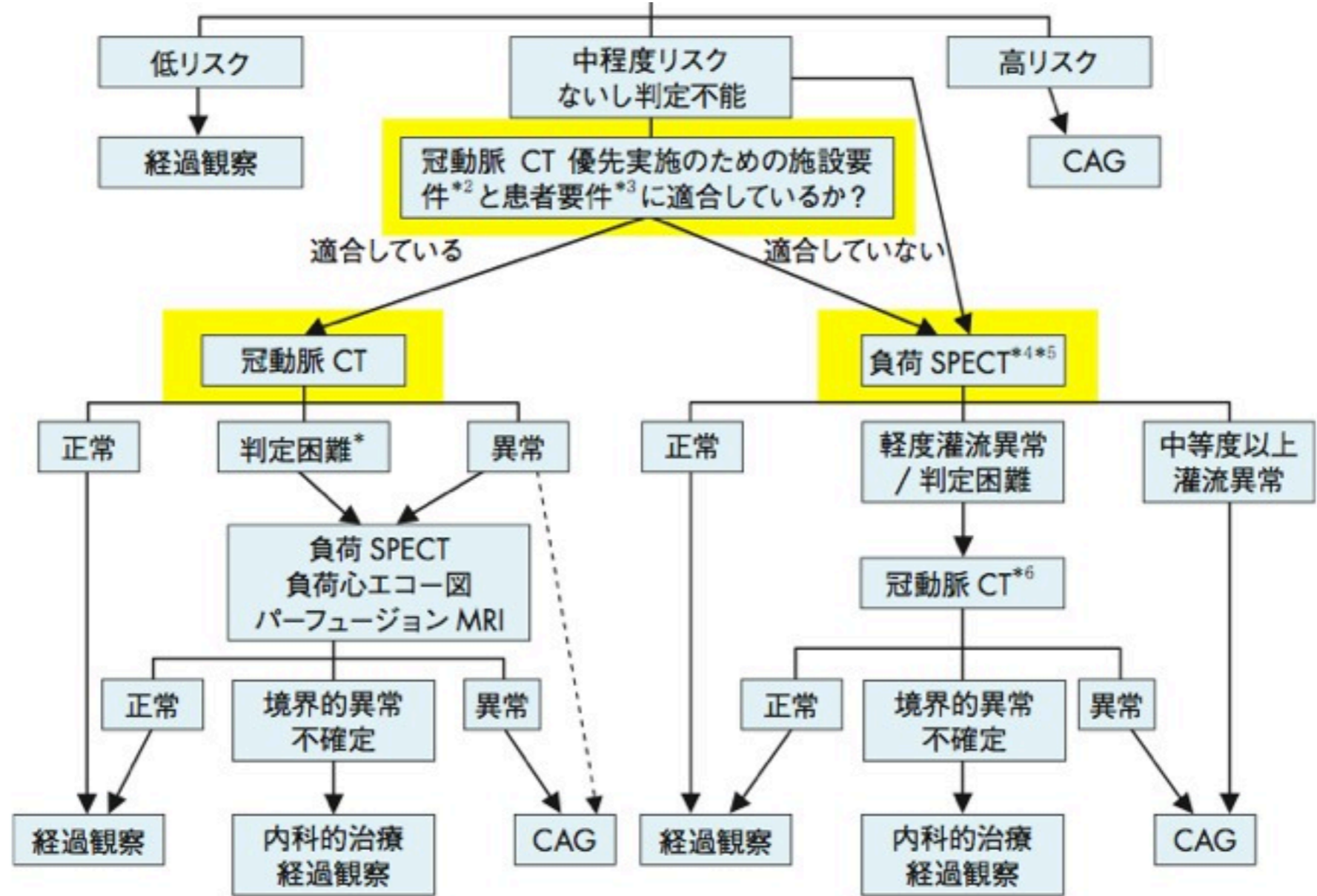
---



図1 安定狭心症の診断樹：運動が可能な場合（解説は本文を参照のこと）





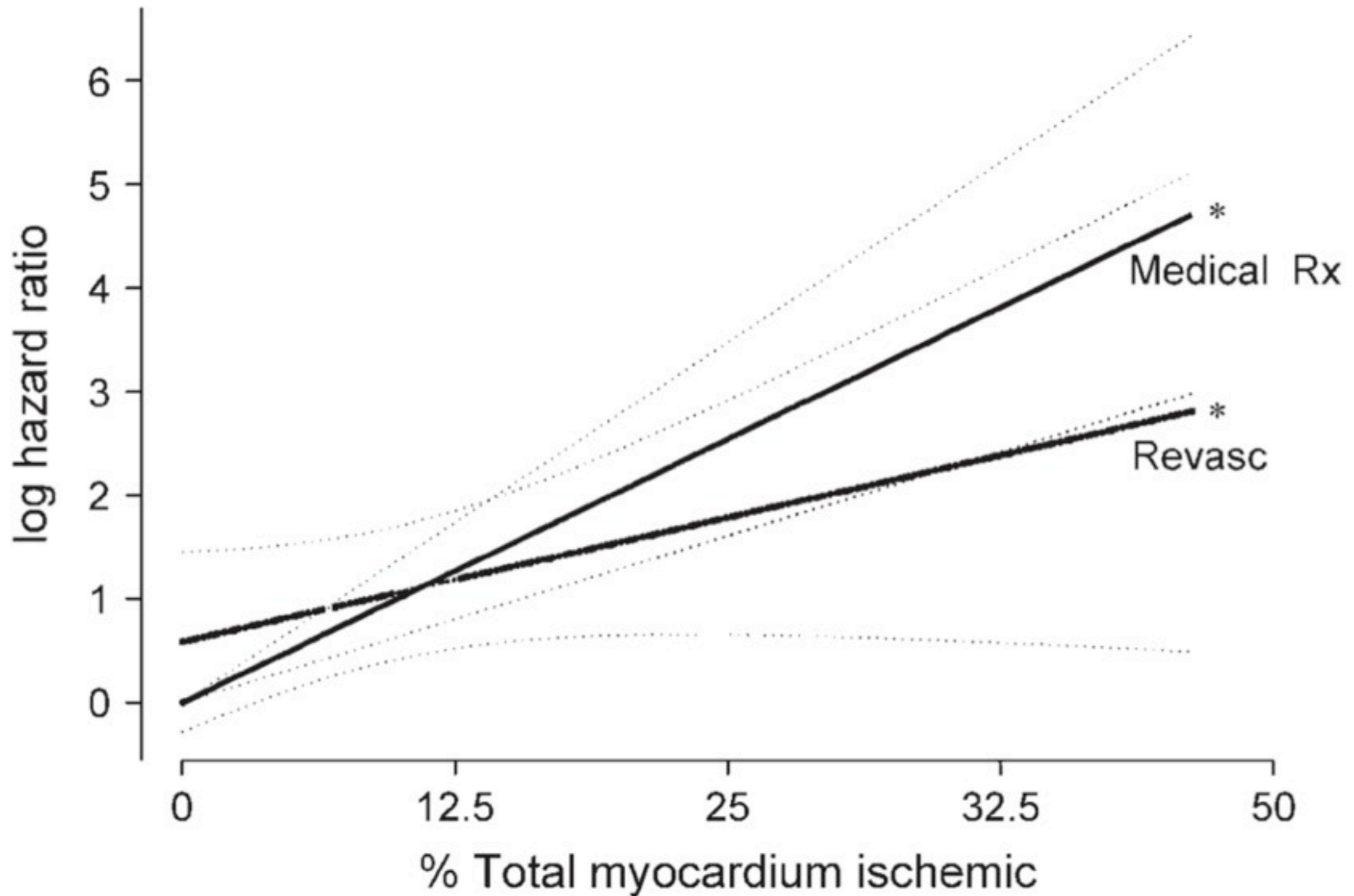


\* 3 冠動脈CT実施のための患者要件

- ・ 50歳未満の女性では被ばくに配慮すること
- ・ 著しい冠動脈石灰化が予想される患者でないこと (透析患者, 高齢者など)

- ・ 血清クレアチニンが 2.0mg/dL 以上でないこと
- ・ eGFR が 60mL/min/1.73 m<sup>2</sup> 以下でないこと
- ・ 糖尿病患者の場合微量アルブミン尿を含む腎症を認めないこと
- ・ 造影剤アレルギーがないこと
- ・ 喘息がないこと





Log hazard ratio for revascularization vs. medical therapy (medical Rx) as a function of the percentage myocardium ischemic on the basis of final Cox proportional hazards model. Revasc 5 revascularization. \*Model P , 0.0001; interaction P 5 0.0305.

Hachamovitch R et al. Circulation. 2003;107:2900-2907

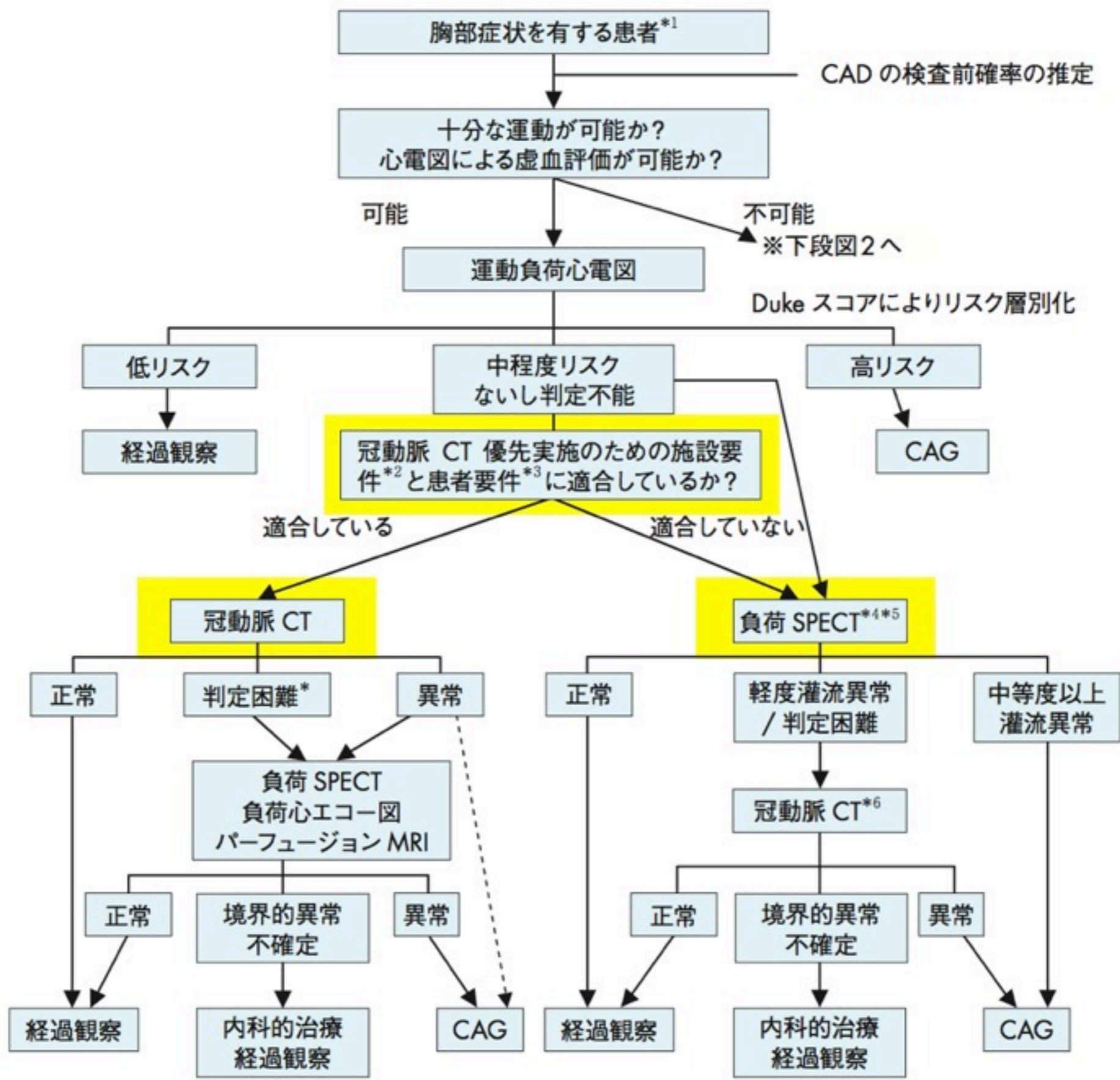


表2 慢性冠動脈疾患の診断に関するイメージング

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

MPI = 心筋血流イメージング

図1 安定狭心症の診断樹：運動が可能な場合（解説は本文を参照のこと）



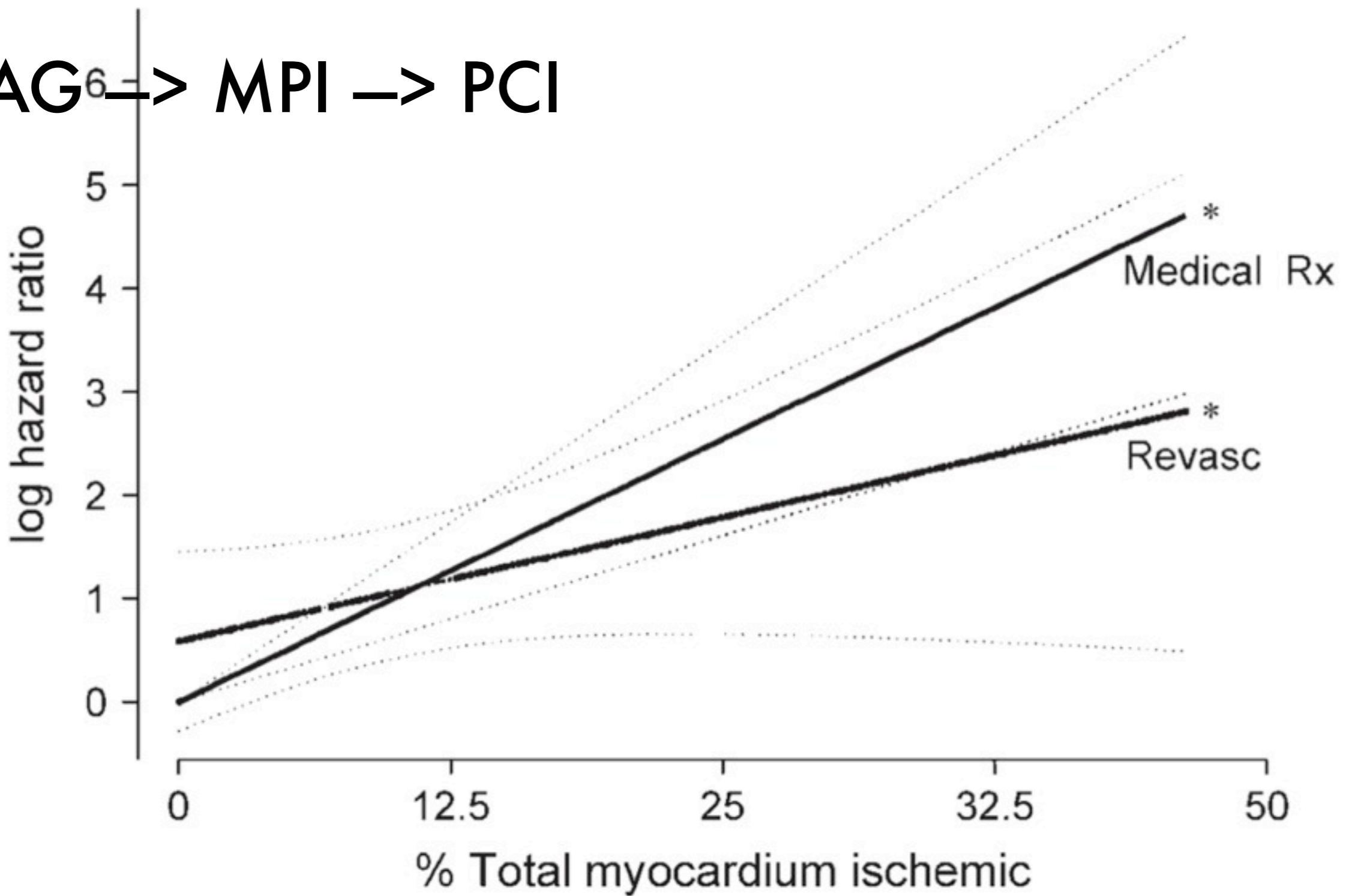


# CAG

---

- 外来で**CAG**が可能
- 胸が苦しいのでなんとかしてください
- 心臓カテーテル検査をしてください
  
- 高リスク群と中リスク群の中でも高リスクに近い群は**CAG**にまわることが多い

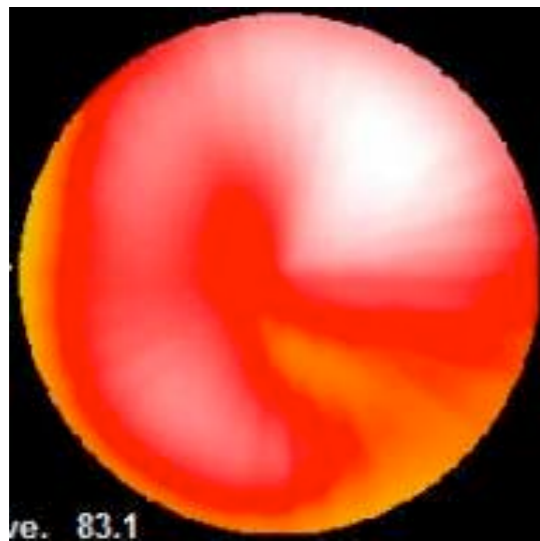
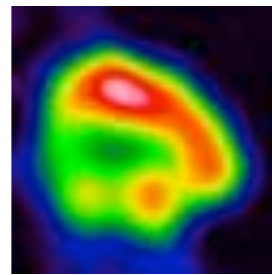
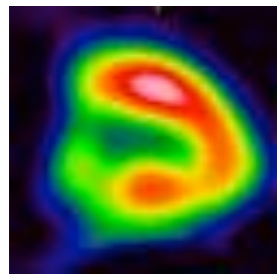
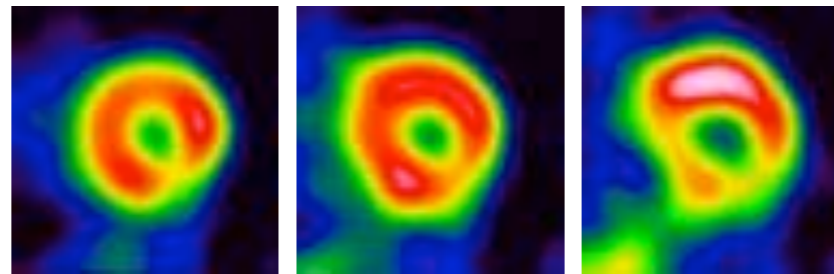
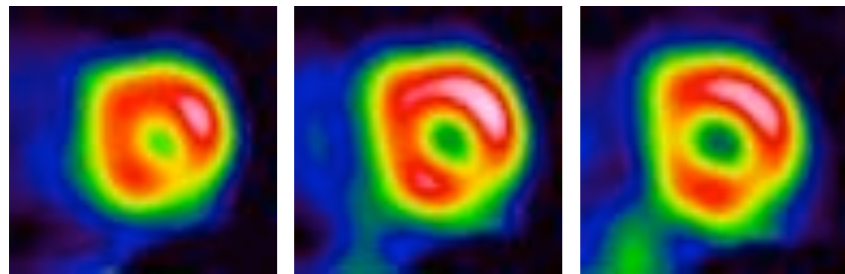
# CAG → MPI → PCI



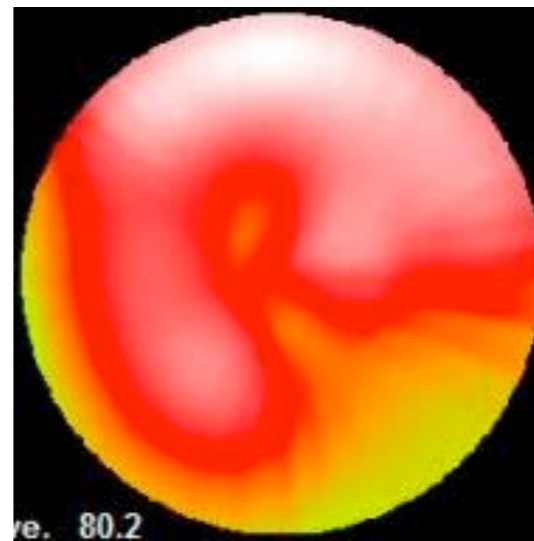
Log hazard ratio for revascularization vs. medical therapy (medical Rx) as a function of the percentage myocardium ischemic on the basis of final Cox proportional hazards model. Revasc 5 revascularization. \*Model P, 0.0001; interaction P 5 0.0305.

Hachamovitch R et al. Circulation. 2003;107:2900-2907

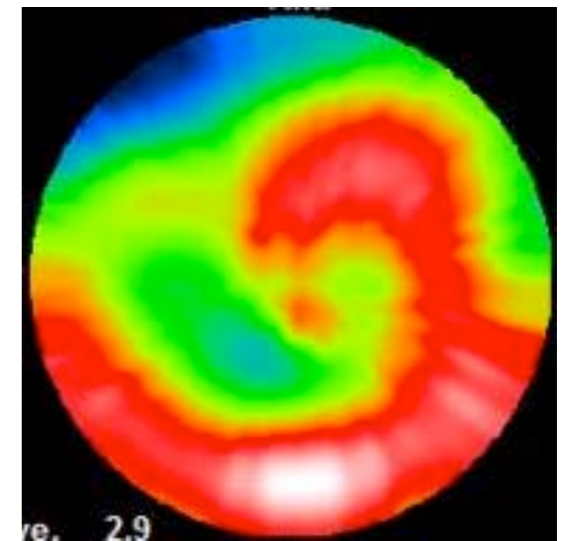
# CAG → BMIPP → PCI



TL



BMIPP



ミスマッチ

60歳代 男性 #2 100% #13 100% #6 75% #9 90%

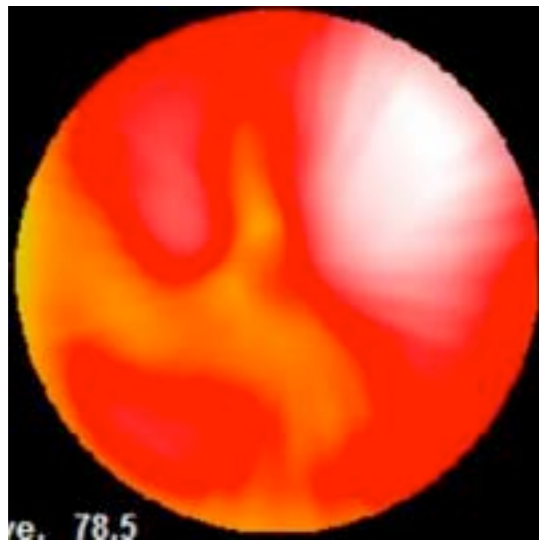
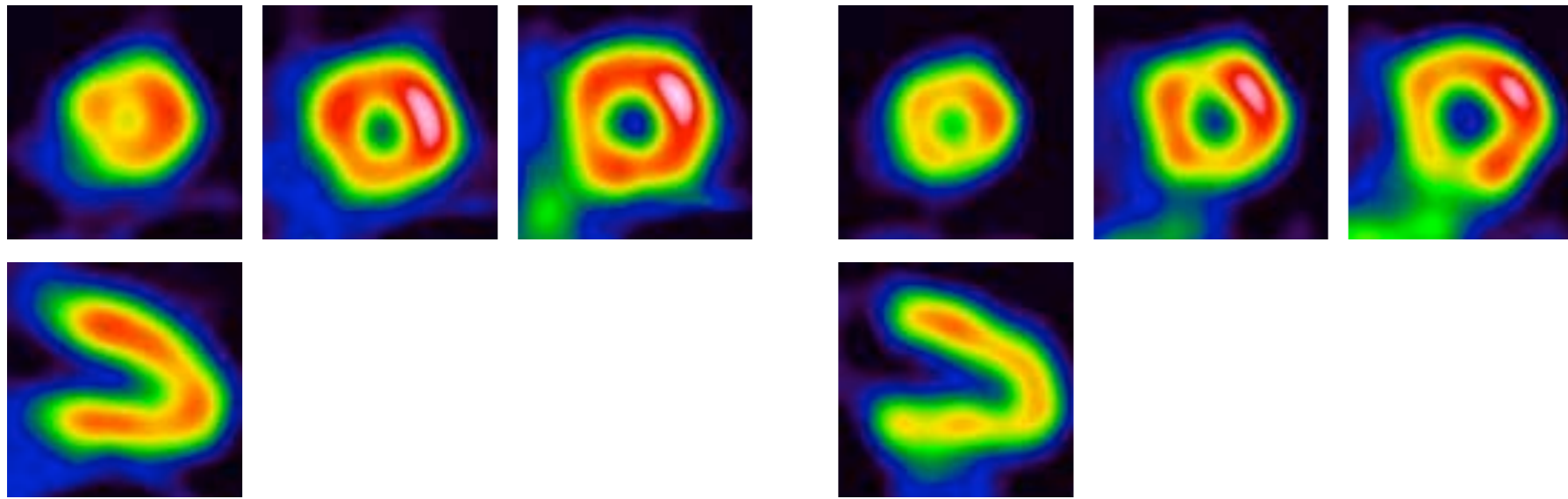


# PCI

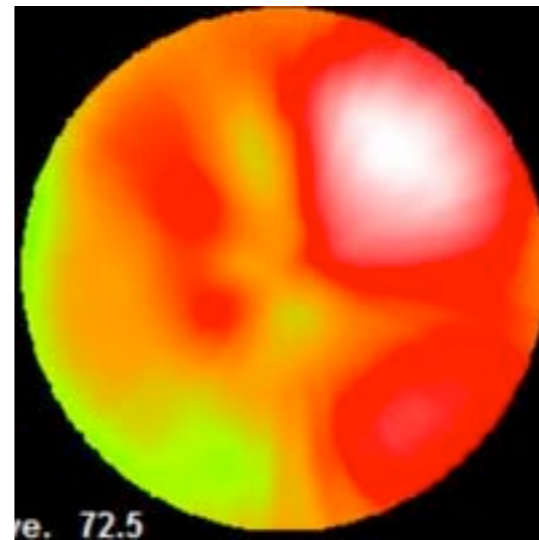
---

- PCI後の経過観察をどうするのか?
  - CAG
  - MPI
  - BMIPP
  - MDCT
    - PCI直後のMDCTは通常撮像しない
    - PCI後の最初のMDCTと次以降のMDCTの比較を行うのが正しい

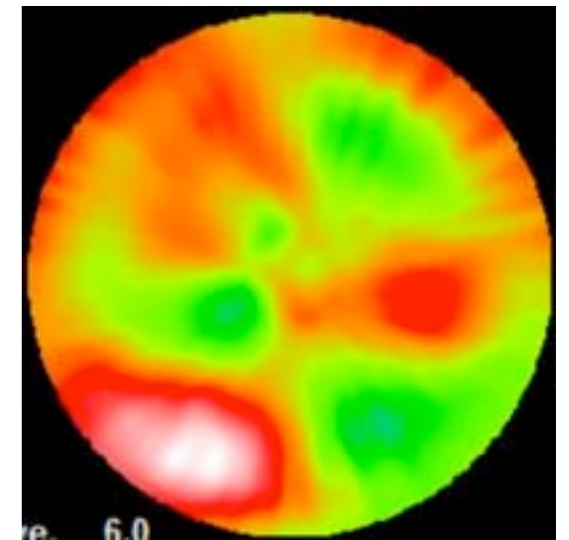
# BMIPP



TL



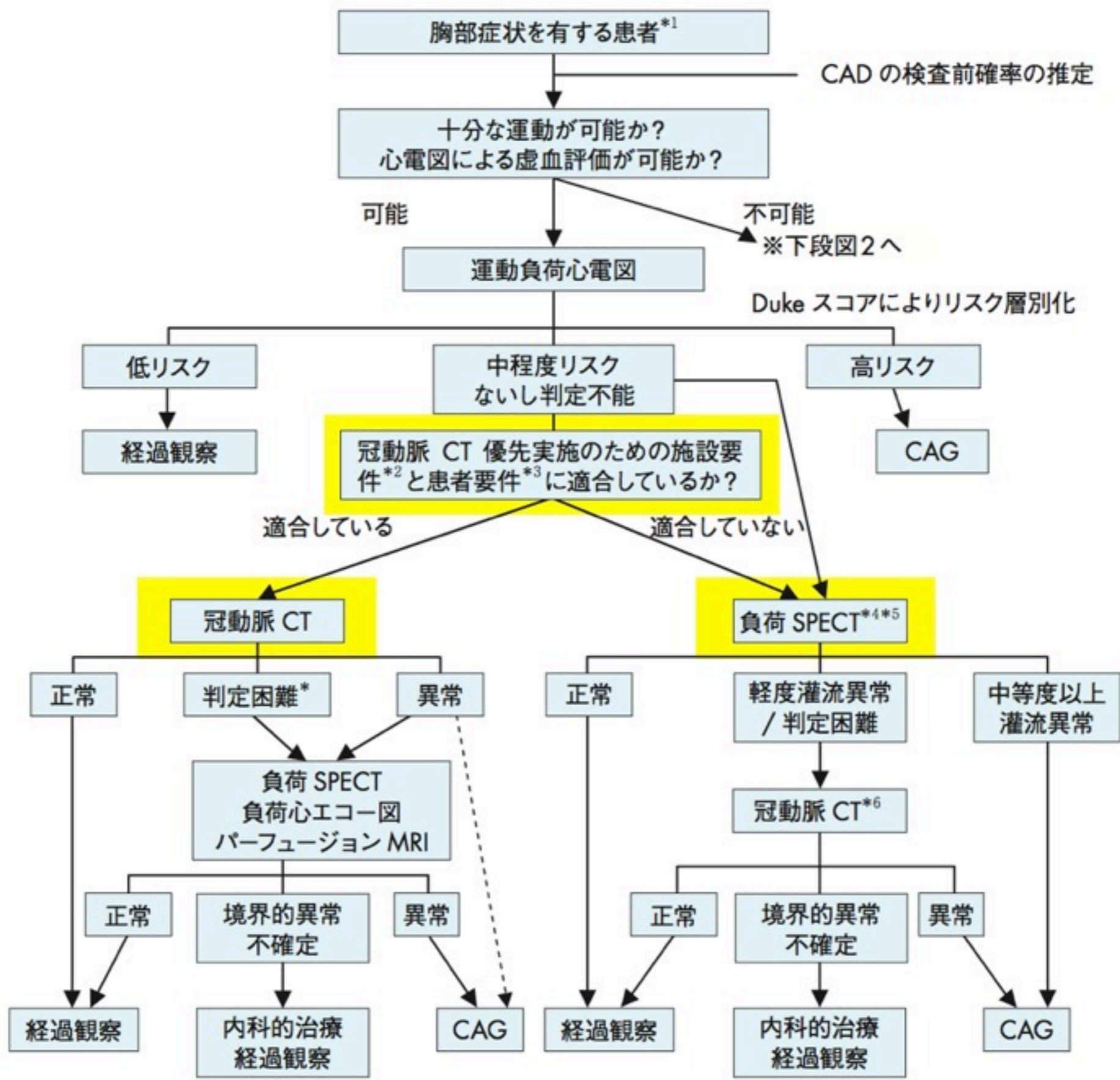
BMIPP



ミスマッチ

50歳代 男性 #6 50% #7 50% #9 75%

図1 安定狭心症の診断樹：運動が可能な場合（解説は本文を参照のこと）





## 中等度リスク症例 100例

---

- 冠動脈CTオーダー 60 例
  - 石灰化が強い; 息とめ困難; 高心拍; 不整脈; 腎機能低下
  - 冠動脈CT成功 50 例
- 心臓核医学オーダー 90 例
  - 運動負荷NGでもアデノシン負荷, 安静BMIPP&TL

図1 安定狭心症の診断樹：運動が可能な場合（解説は本文を参照のこと）

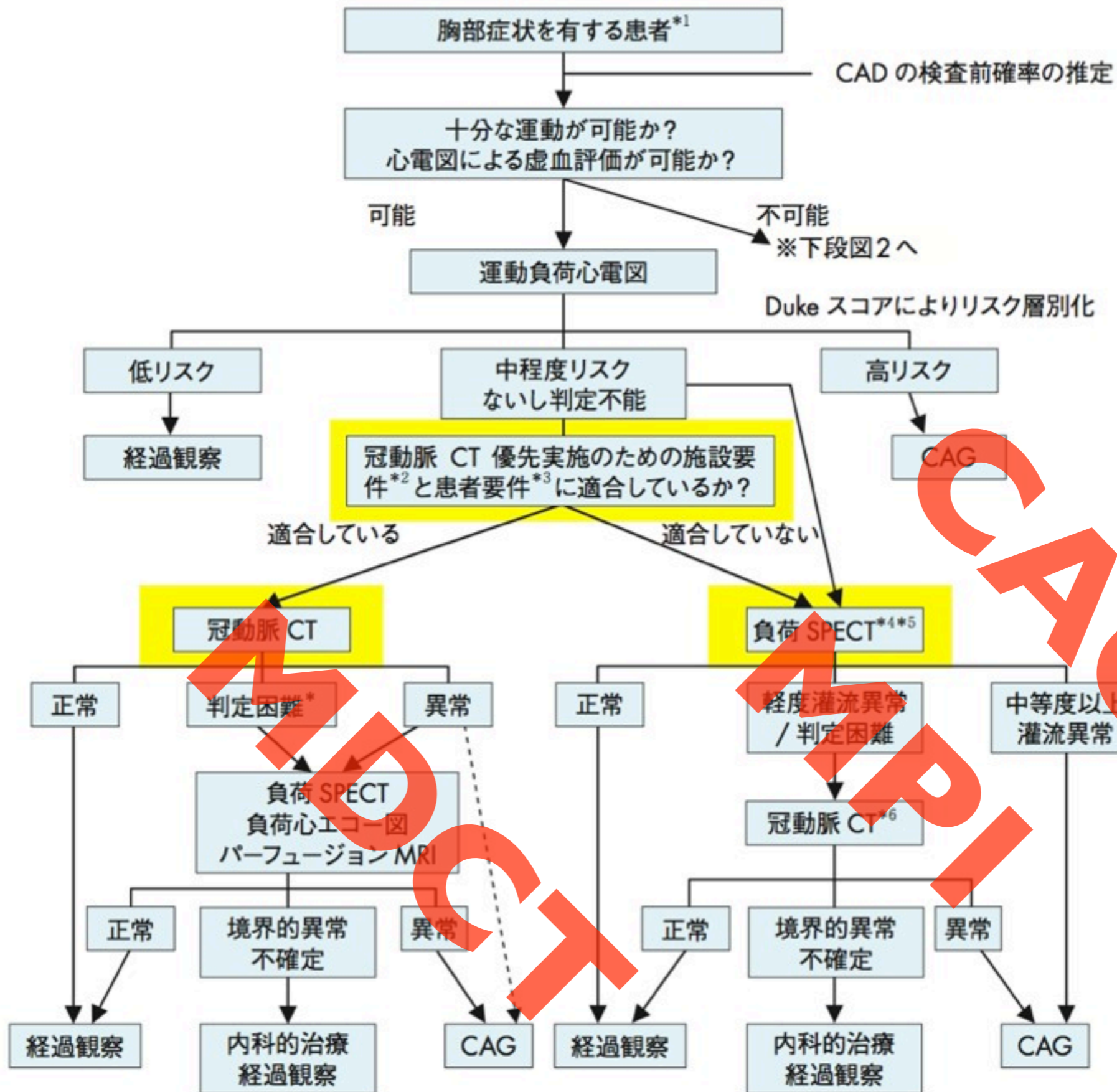
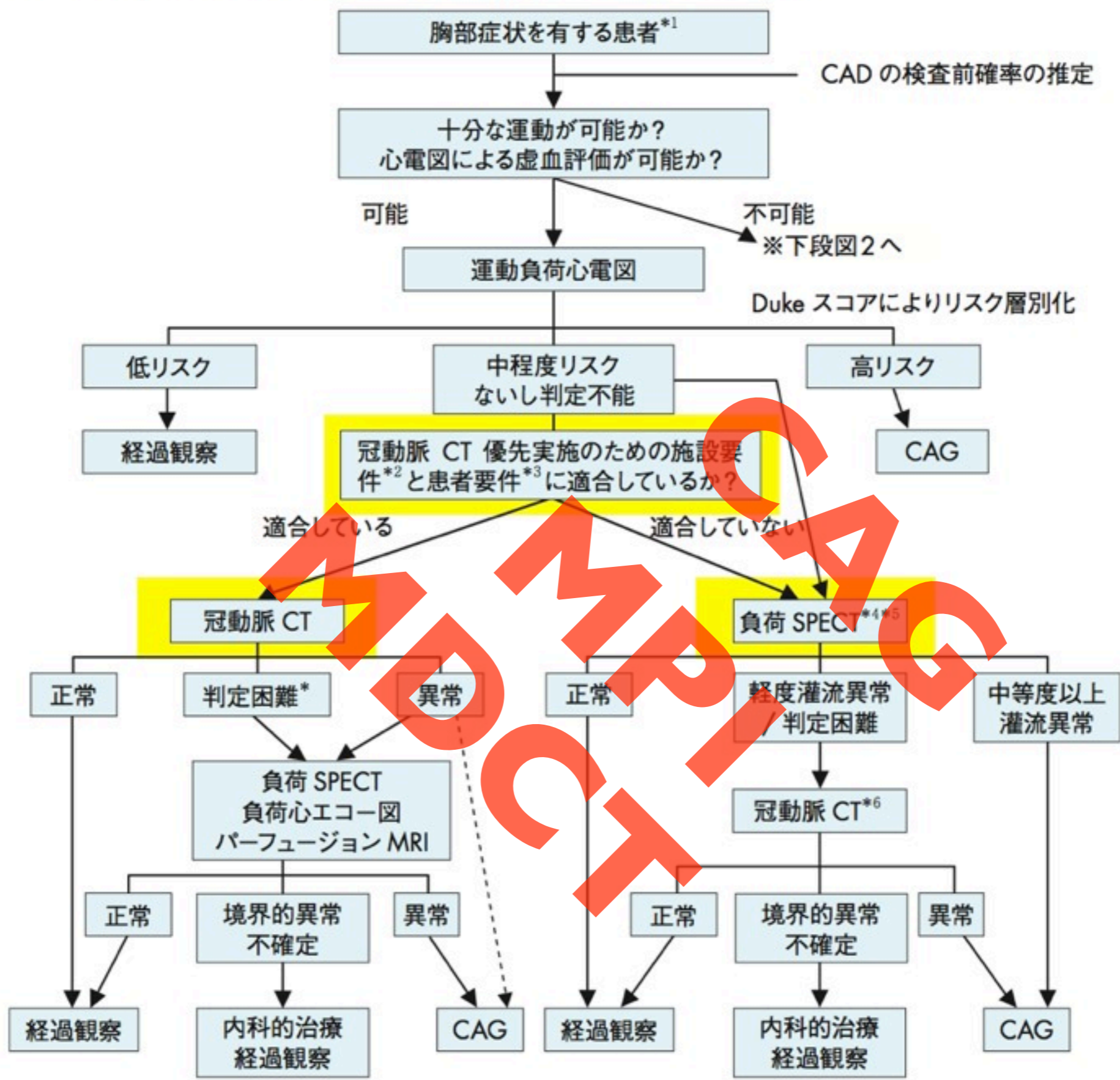


図1 安定狭心症の診断樹：運動が可能な場合（解説は本文を参照のこと）





# 放射線技師 放射線科医 循環器内科医の役割

---



# 核医学

---

- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、標準的な解析、**DICOM**データ管理
- 放射線科医
  - **DICOM**データ読影、標準的なリスク層別化に沿った解析や読影
- 循環器内科医
  - 治療に対応した解析や読影

# MR

---

- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、標準的な解析、**DICOM**データ管理
- 放射線科医
  - 造影法、**DICOM**データ管理と読影、標準的な解析と読影
- 循環器内科医
  - **PCI**などの治療に対応した解析と読影



# MDCT

---

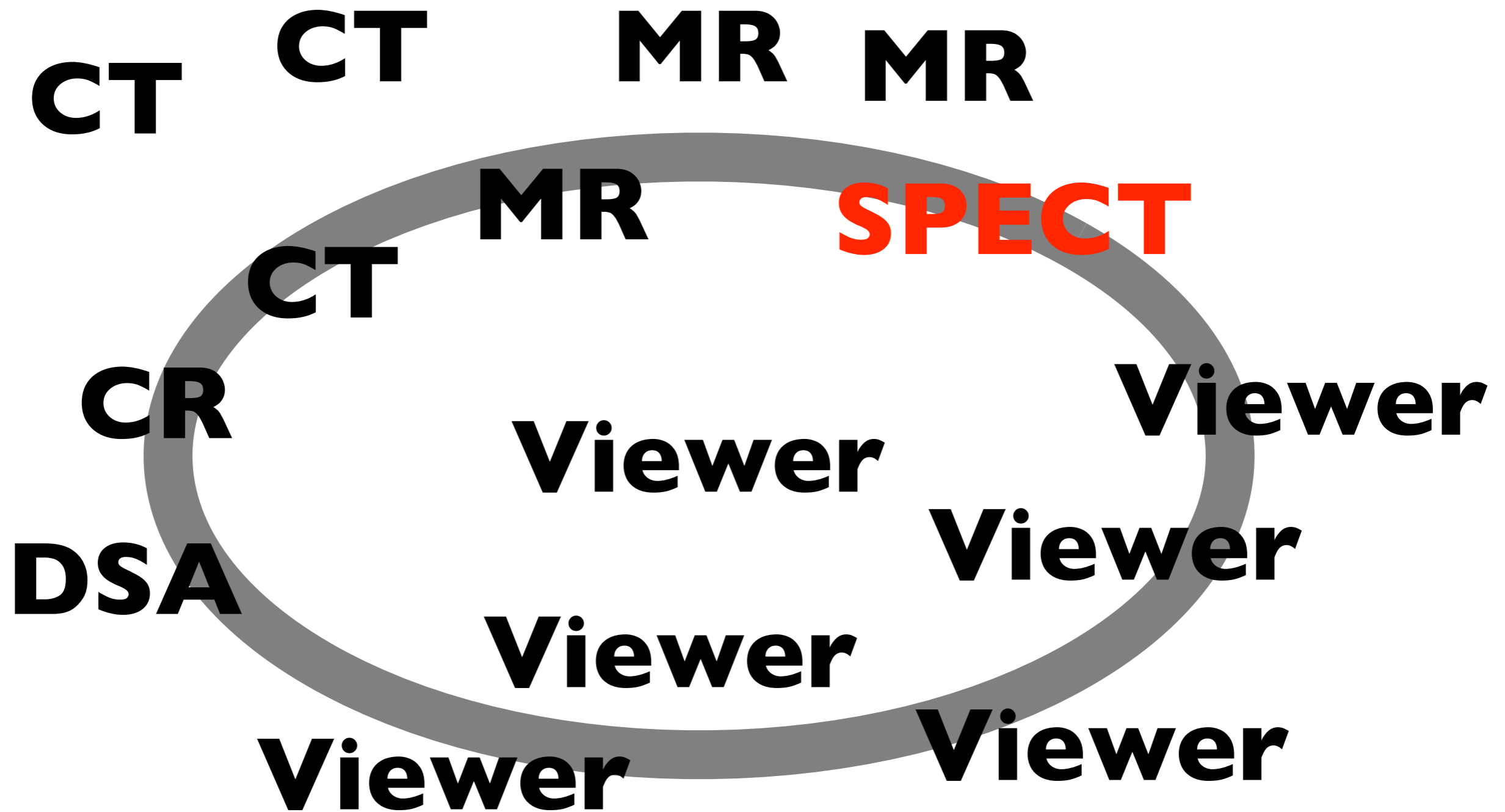
- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、ガイドラインに沿った解析、DICOMデータ管理
- 放射線科医
  - 造影法、DICOMデータ管理と読影、ガイドラインに沿った解析と読影
- 循環器内科医
  - PCIなどの治療に対応した解析と読影

# 核医学

---

- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、標準的な解析、**DICOM**データ管理
- 放射線科医
  - **DICOM**データ読影、標準的なリスク層別化に沿った解析や読影
- 循環器内科医
  - 治療に対応した解析や読影

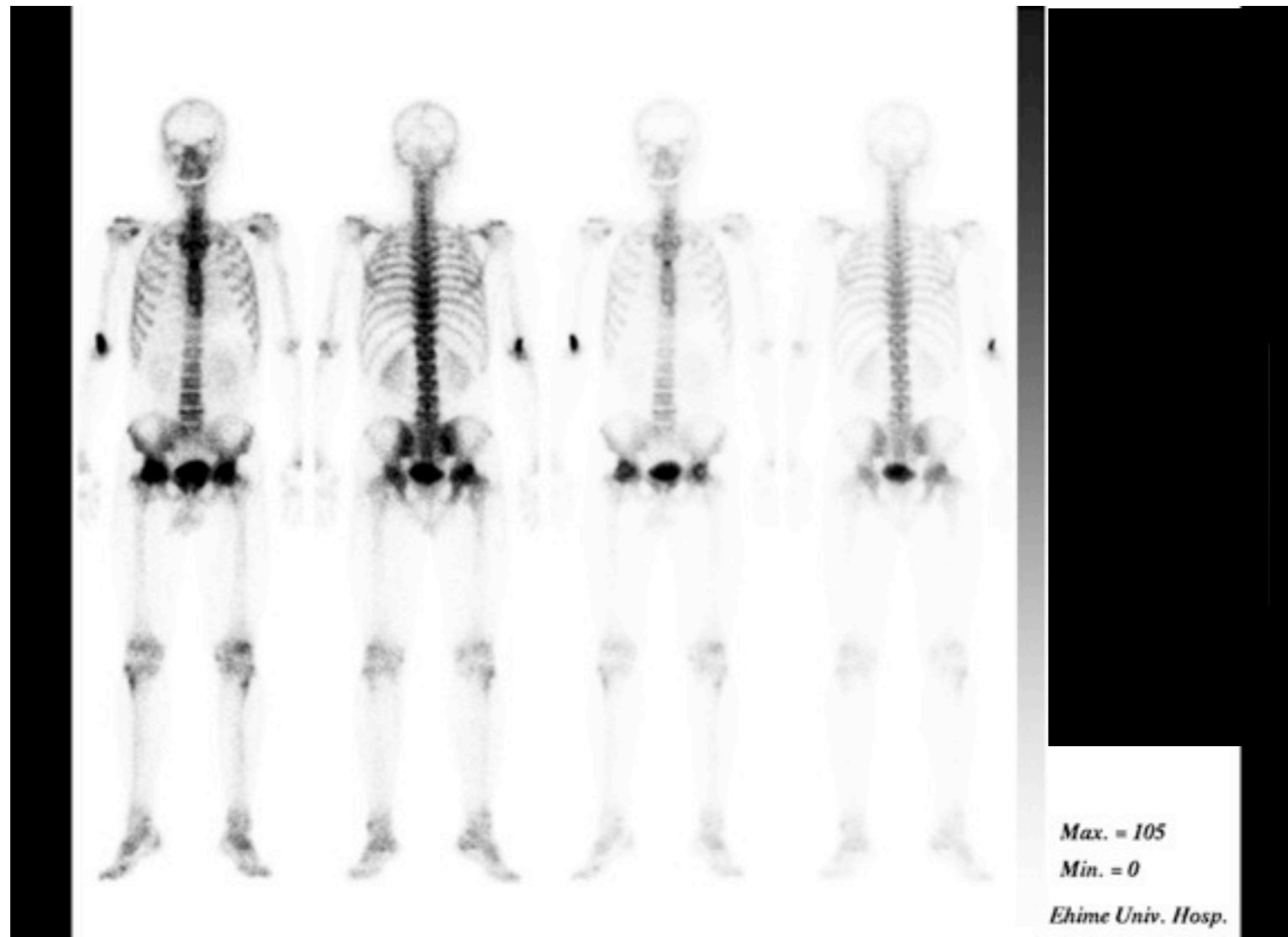
# PACS DICOM通信





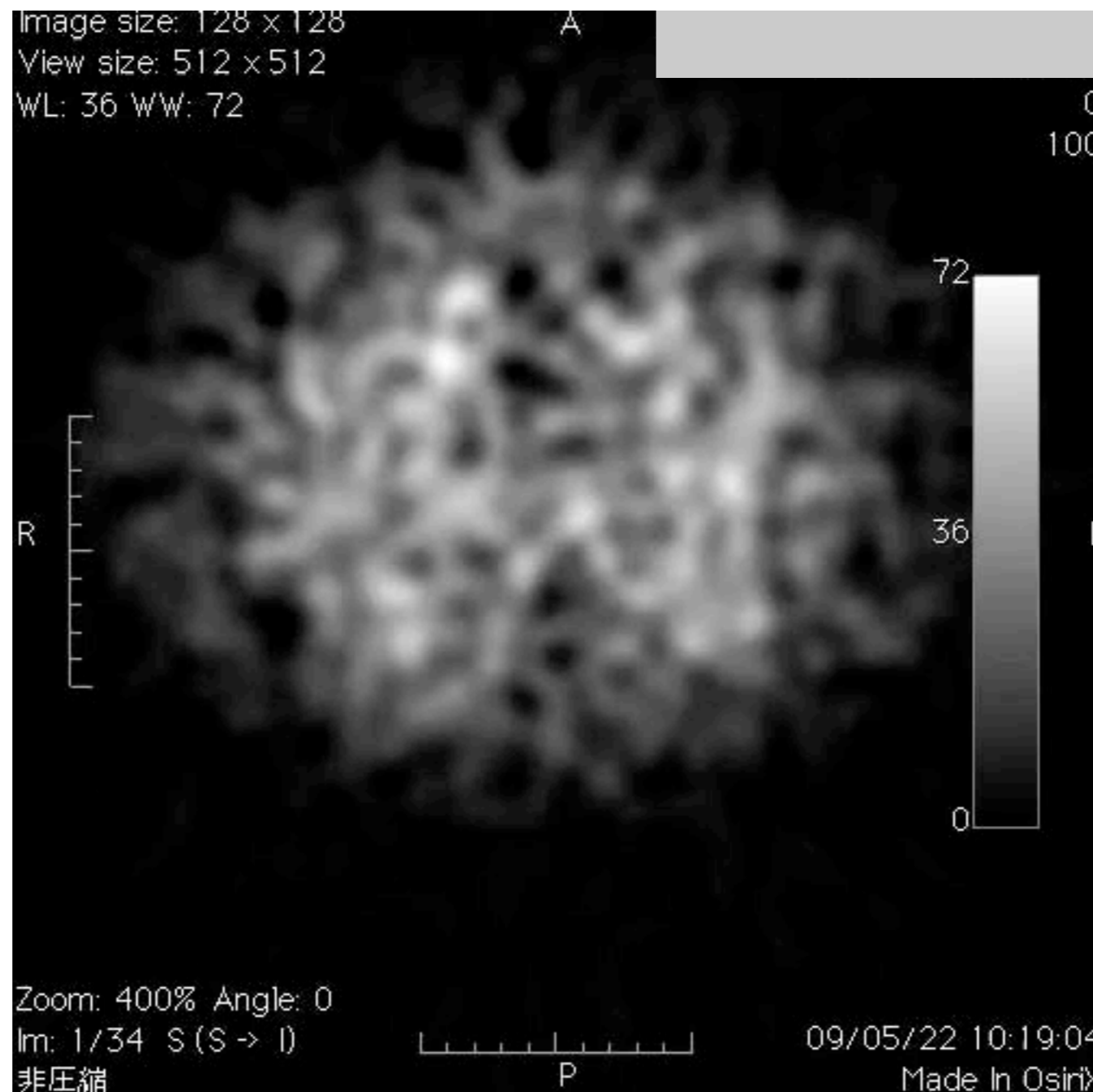
# 全身像 骨: アナログフィルム時代と同じデータ

- せっかくのPACSにアナログデータを入れている

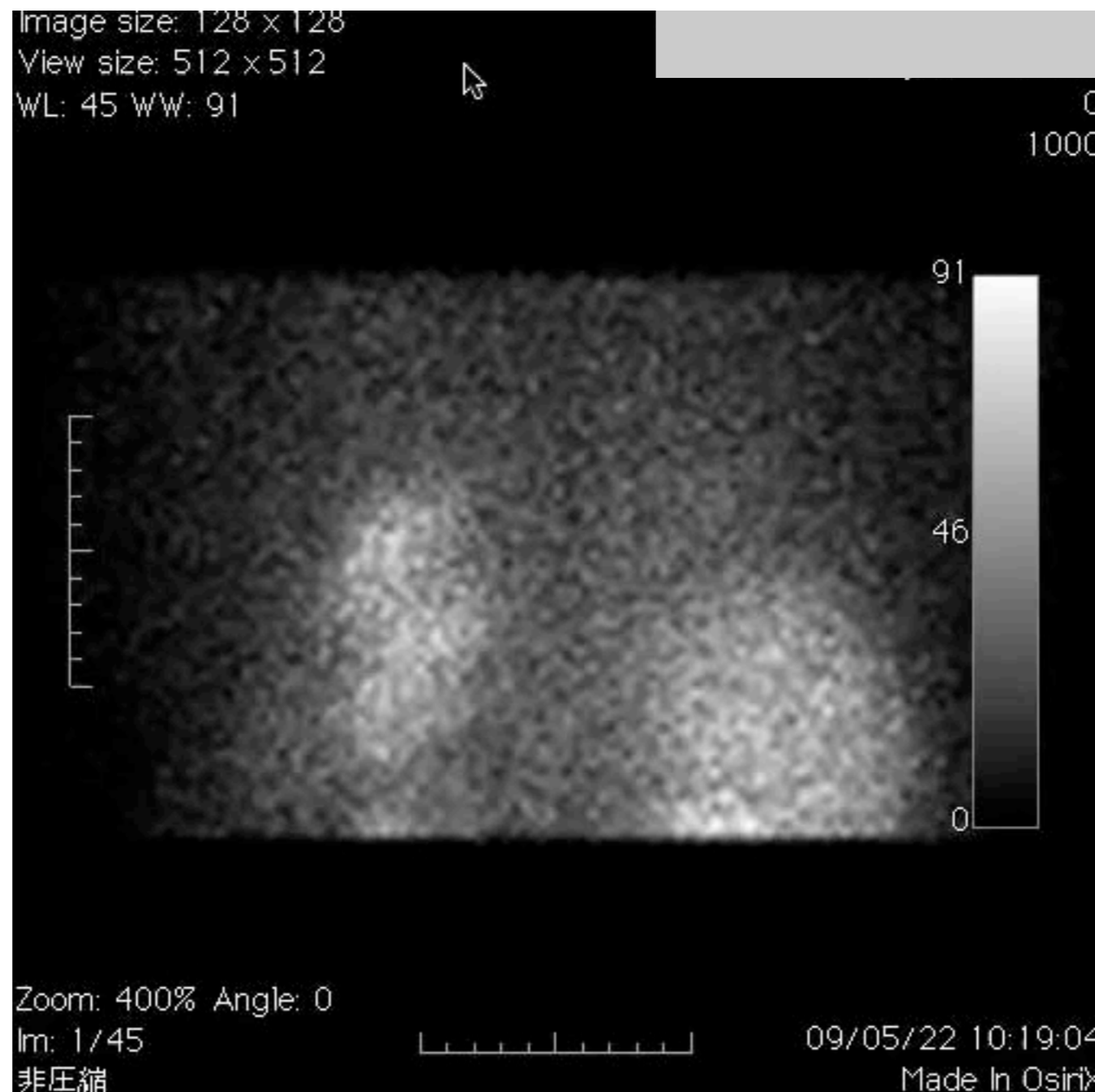




# SPECT PACSで胸部CTのような読影



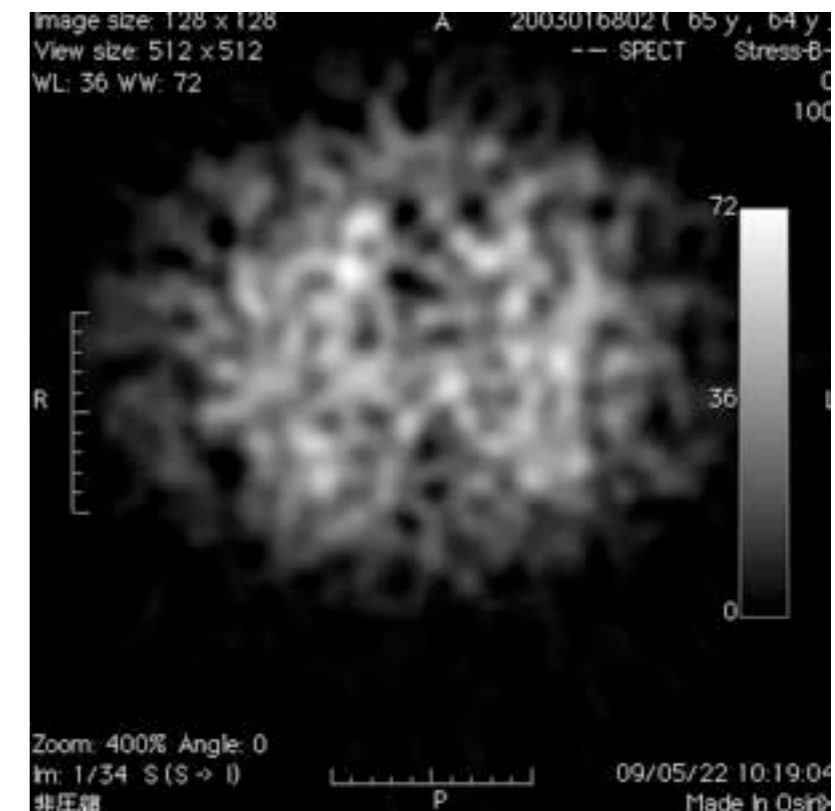
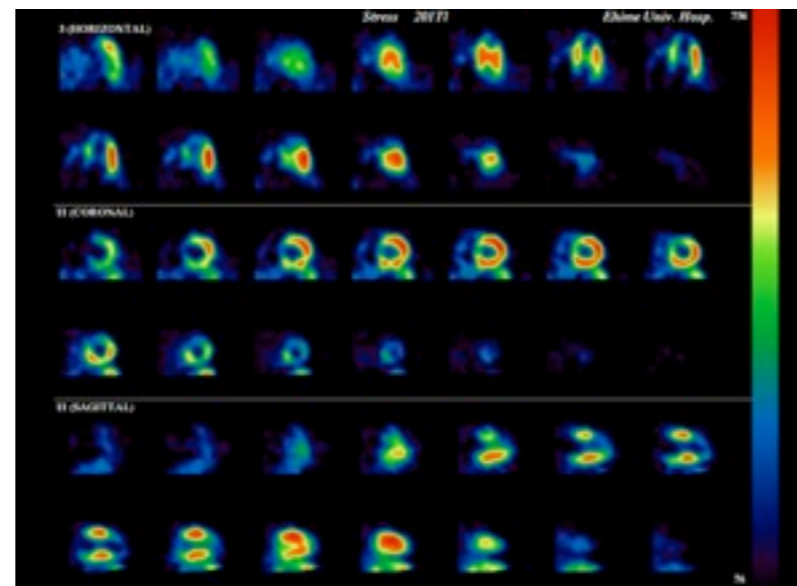
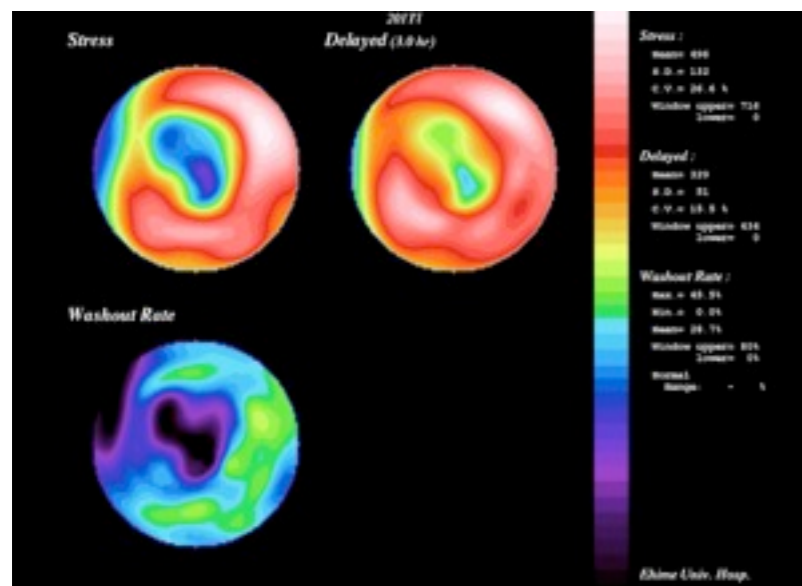
# SPECT もし余裕があればプロジェクション画像



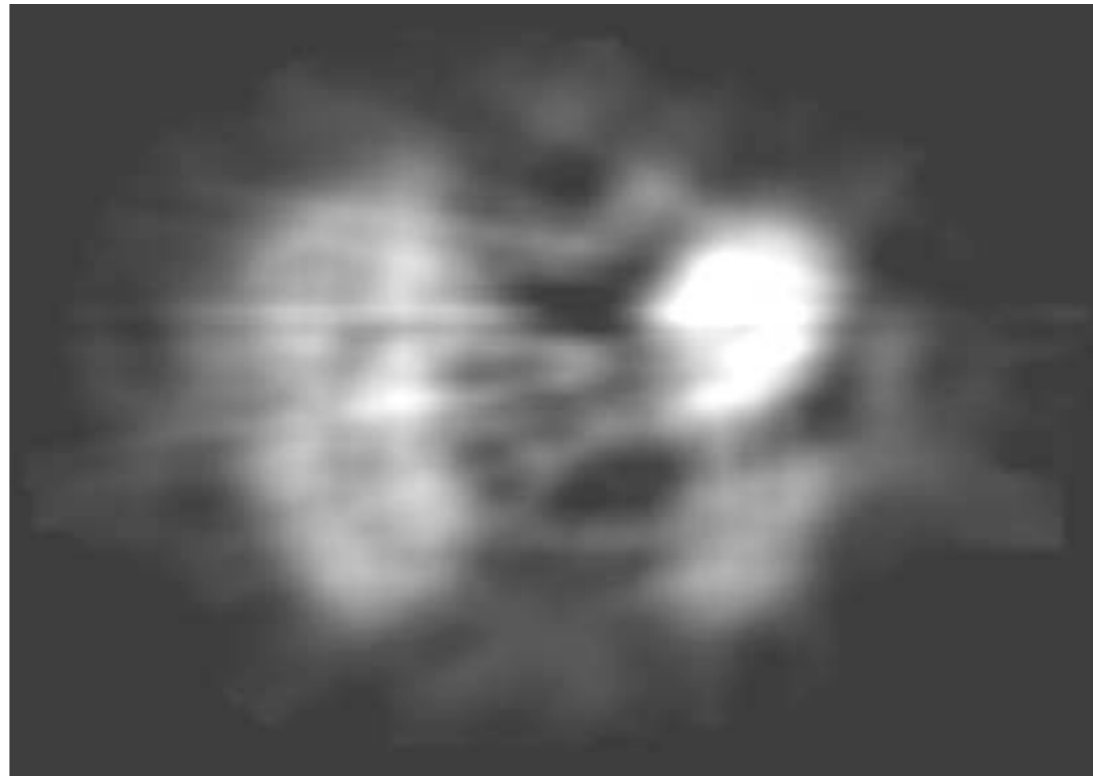
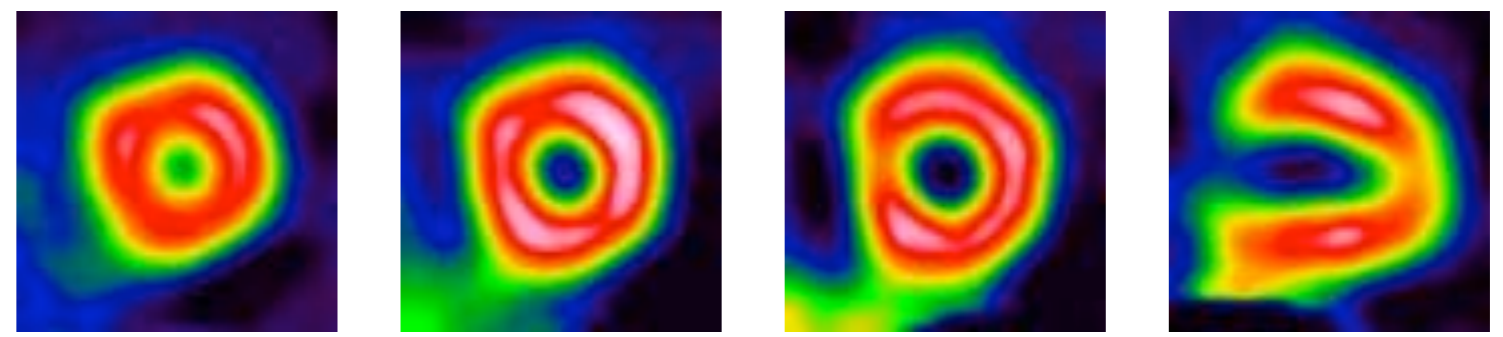
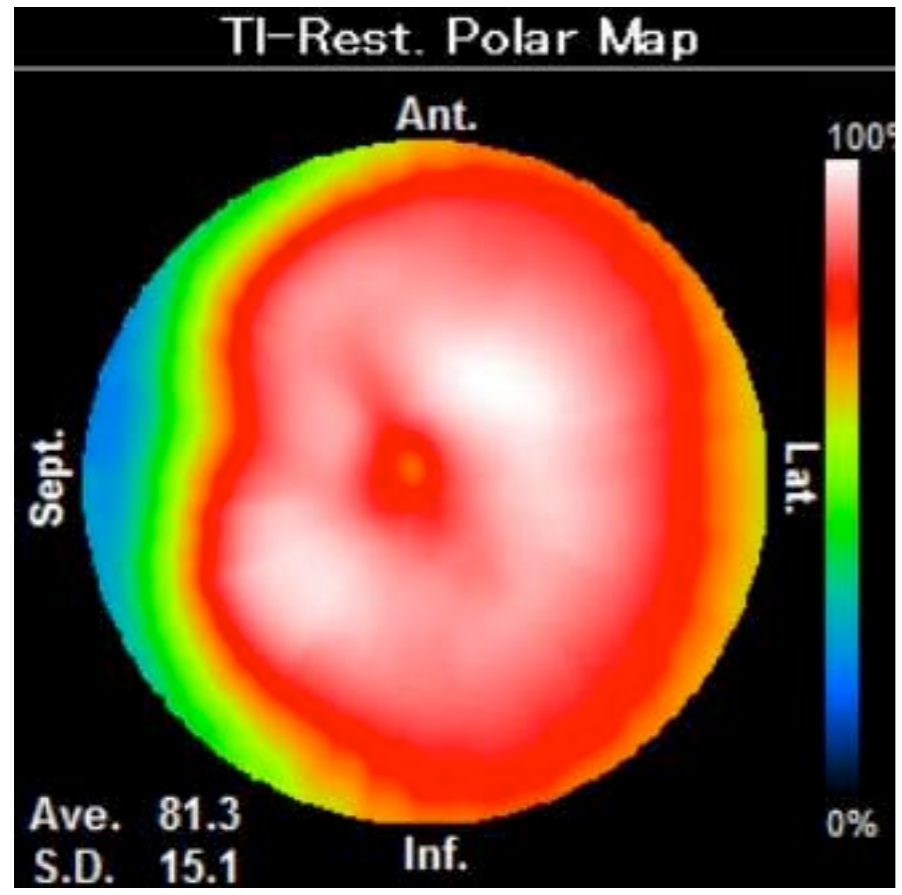


# SPECTの理想的な読影

- 解析した絵と元のデジタルデータを読影

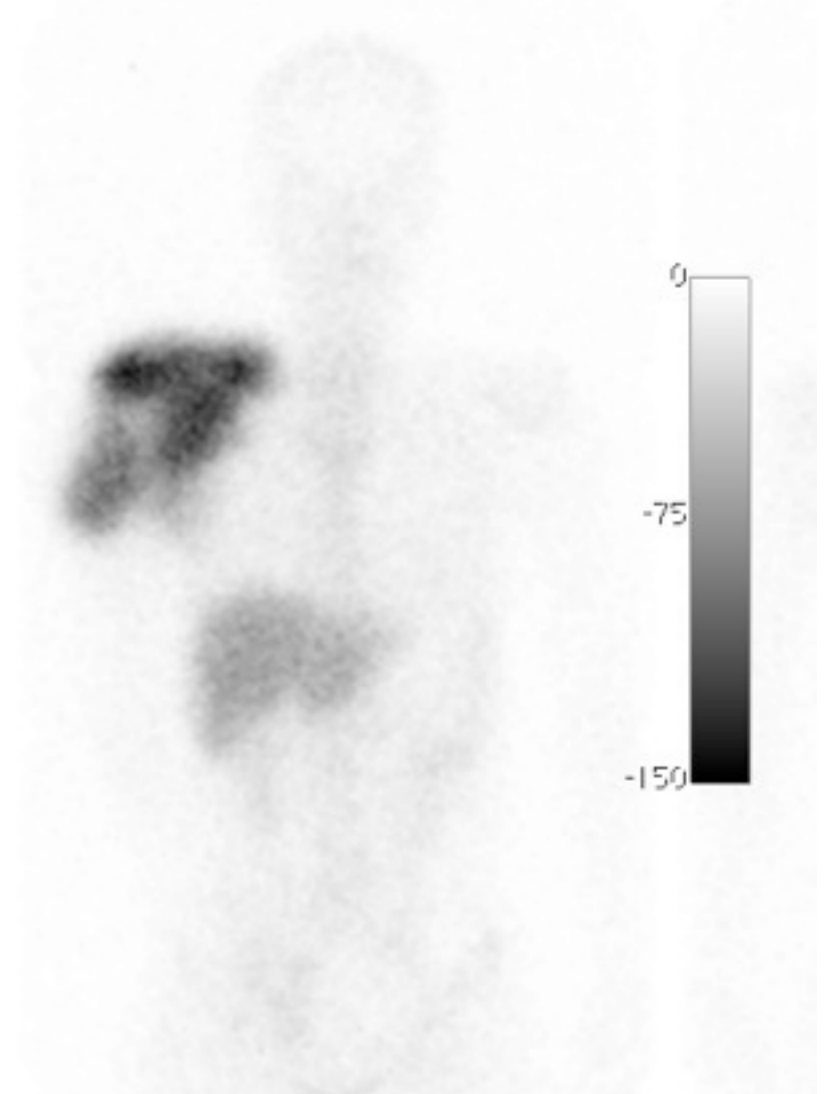
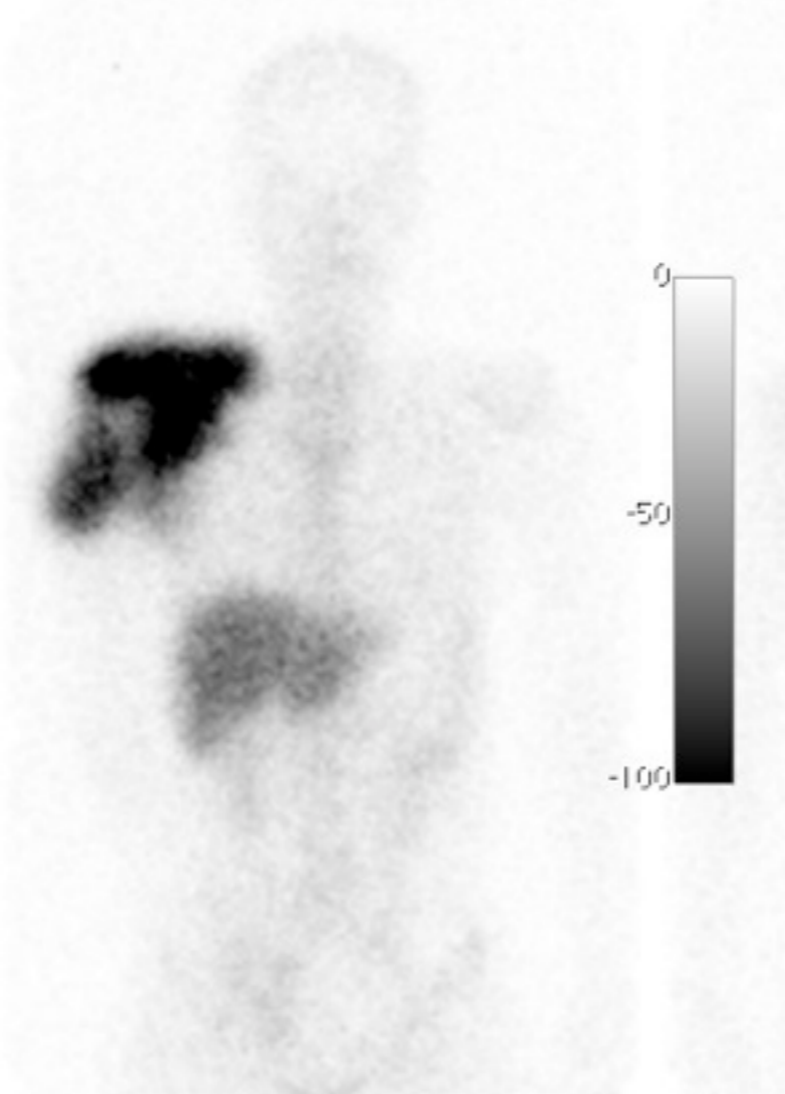
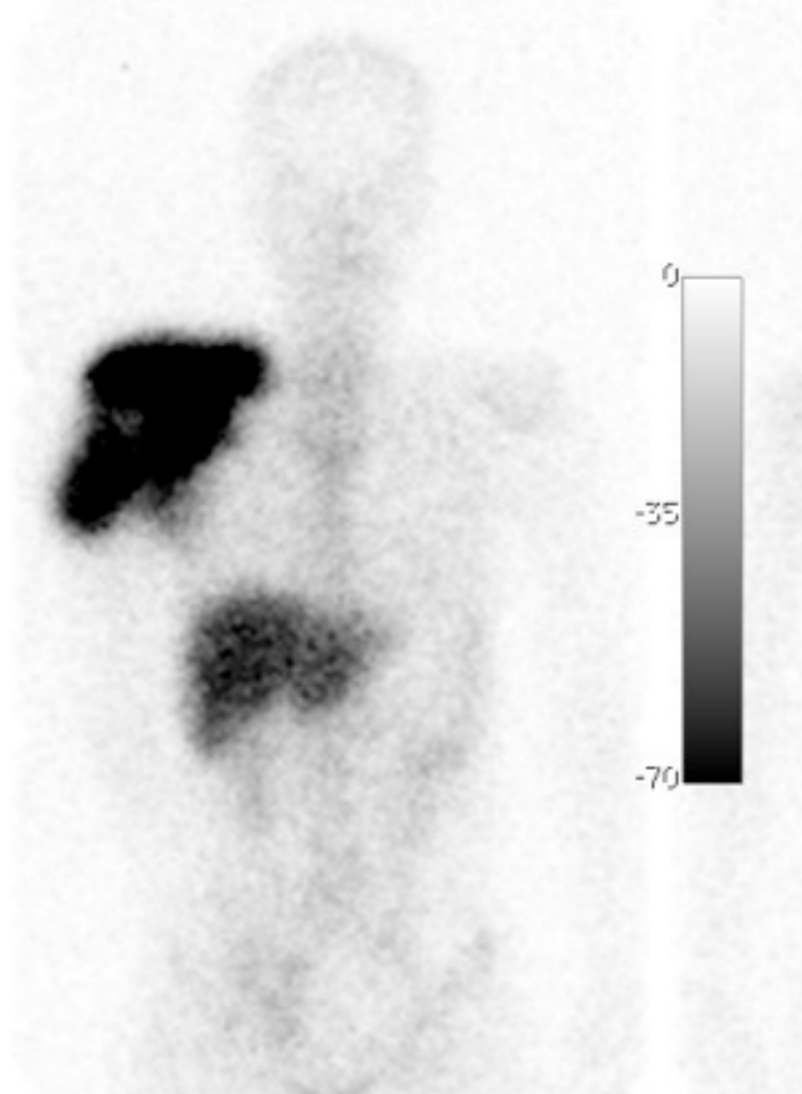


# アーチファクト



# Viewerの問題 全身像 Ga

- Window幅調節の問題
- 下を0に固定して上だけを変化させるビューアがない





# SPECT-MPI

- かつて見たことがある報告書

## 心筋SPECT報告書

\*\*病院 放射線科



上記の部位に再分布を認める

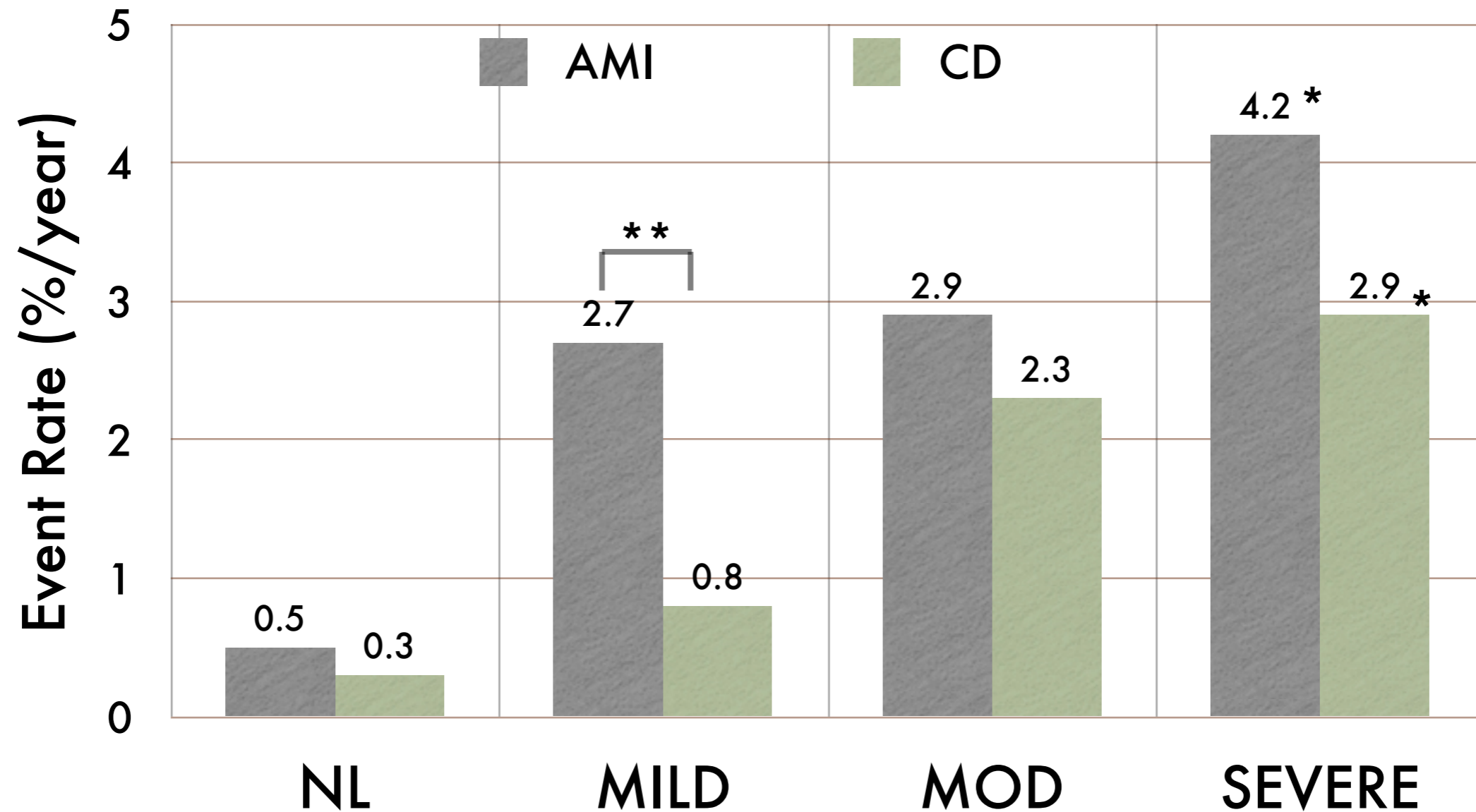
医師名

## そこまでいかななくても

---

- 負荷**SPECT**にて下壁に軽度の集積低下と再分布現象を認め虚血性変化と考えます。
- 診断 右冠動脈領域の虚血性病変
- 発見と診断は**OK**
- しかしリスクの層別化ができていない!
- **MRやCTが到達できていない項目!!!**

# Event Rate of AMI and CD



Rates of cardiac death (solid bars) and myocardial infarction (open bars) per year as a function of scan result. The numbers of patients within each scan category are shown underneath each pair of columns.  
 \* Statistically significant increase as a function of scan result. \*\* Statistically significant increase in rate of myocardial infarction versus cardiac death within scan category.

Hachamovitch R, Circulation 1998; 97; 535-543



# Myocardial perfusion SPECT, 17 segment model

短軸像  
左室遠位部



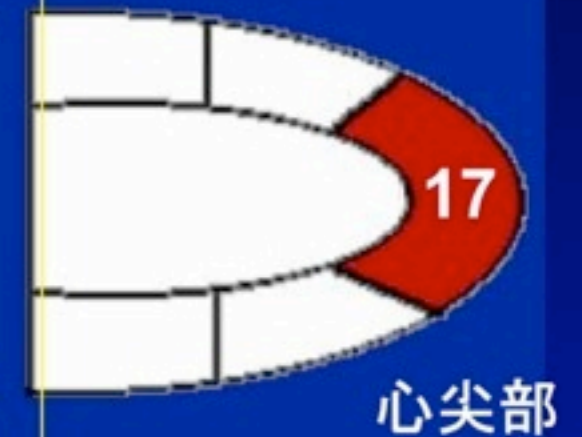
短軸像  
左室中部



短軸像  
左室心基部



垂直長軸像  
心尖部



0 = 正常

1 = わずかな血流欠損

2 = 中等度の血流欠損

3 = 高度の血流欠損

4 = トレーサーの取り込みなし

■ LAD

■ LCx

■ RCA

(心臓核医学会講習用スライド)

# スコアリング

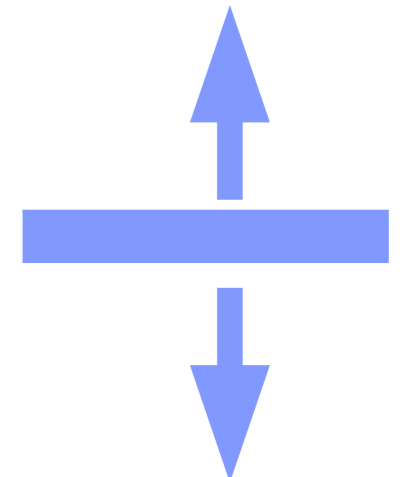
	% Uptake
Score 0	> 80 %
Score 1	66 - 80 %
Score 2	50 - 65 %
Score 3	35 - 49 %
Score 4	< 35 %

80 %

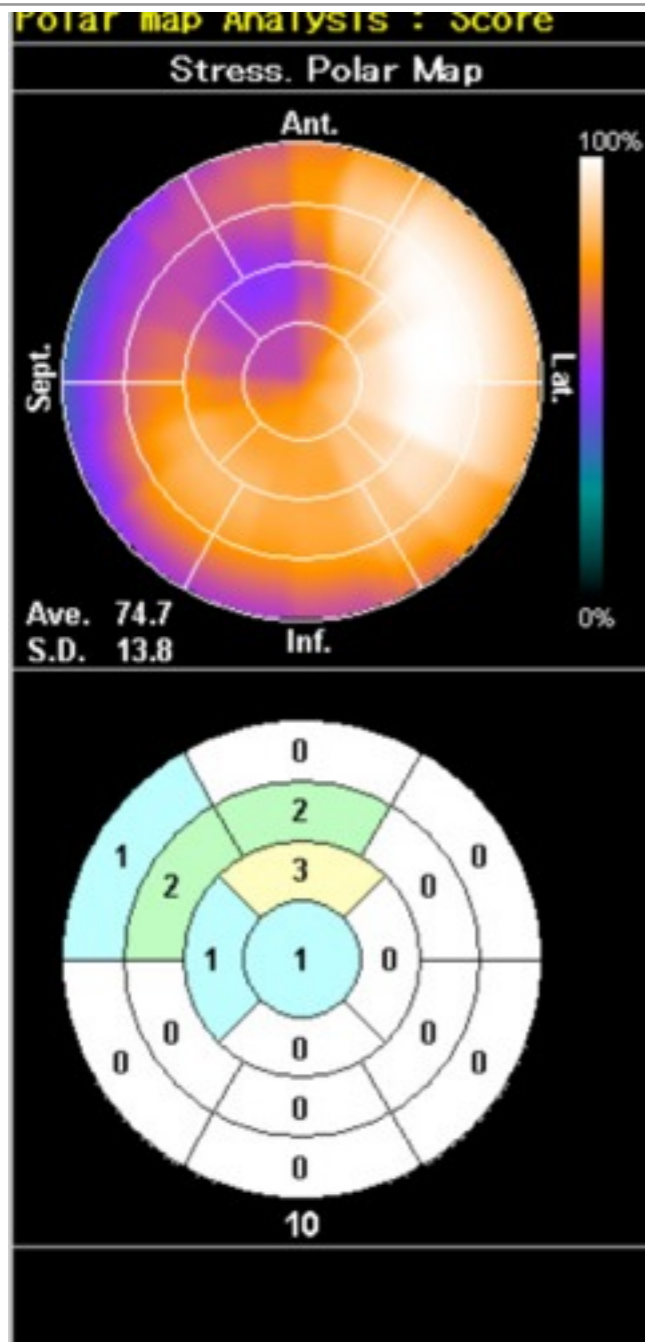
(安静時)  
生存能有り

50 %

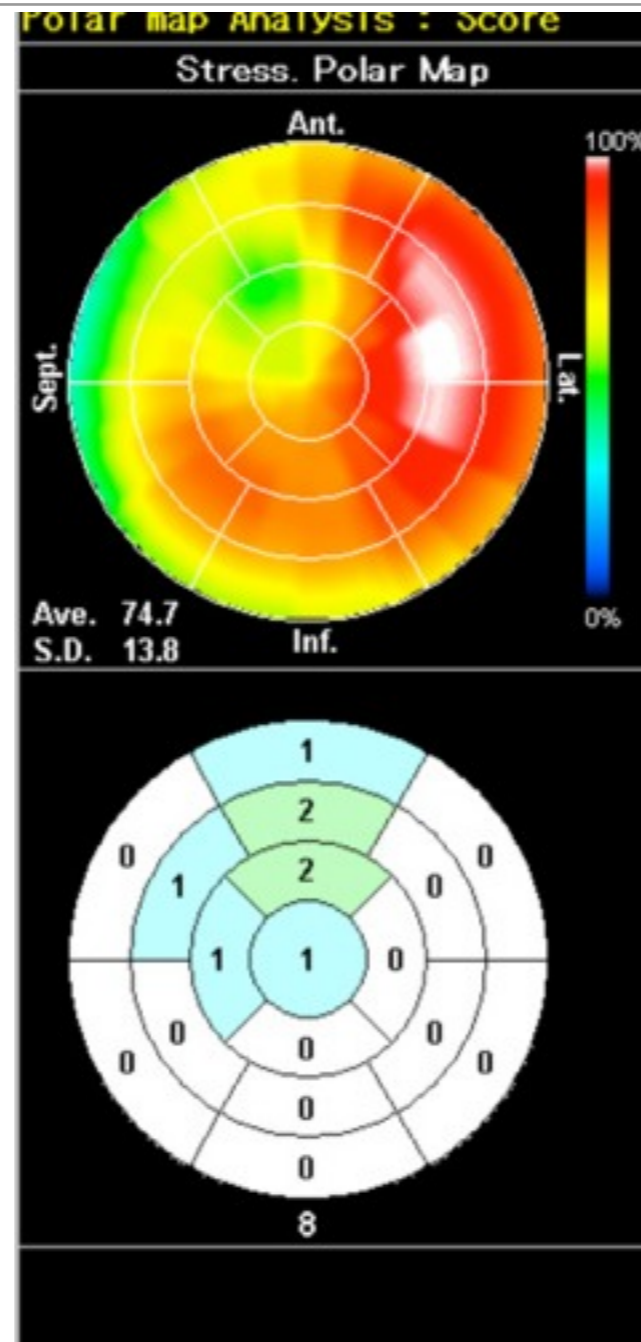
生存能無し



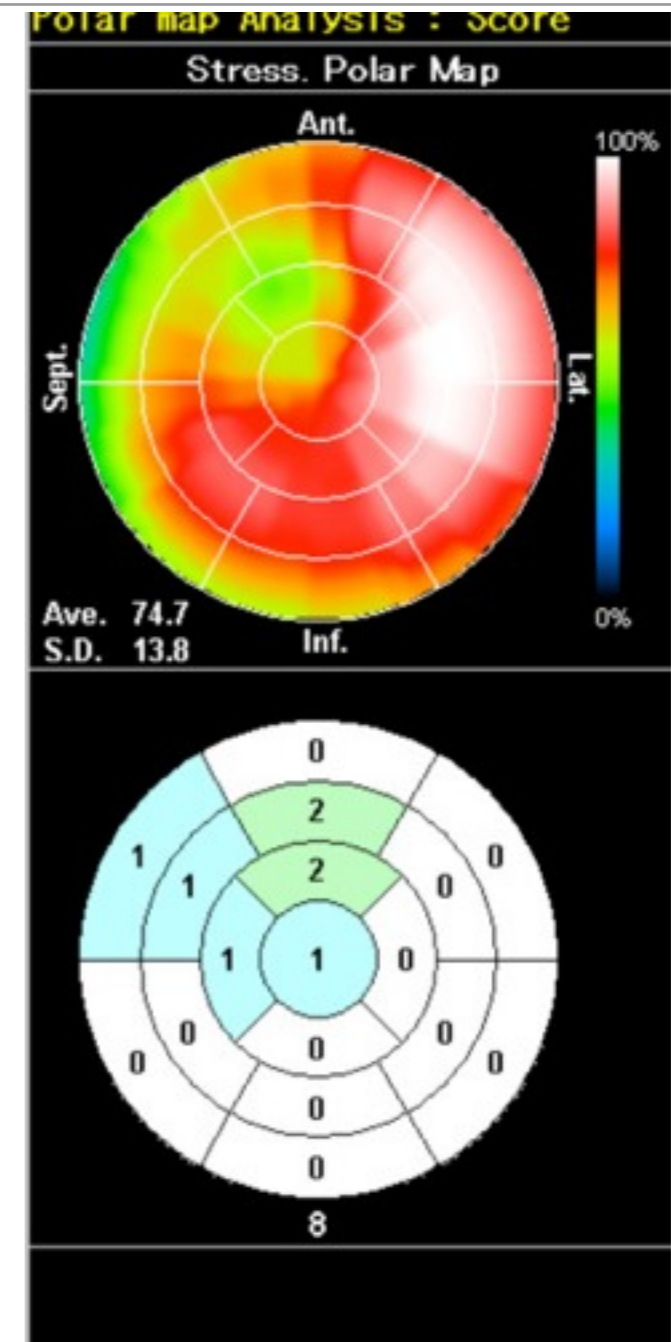
# Methods: three color patterns



**Hot metal**



**Rainbow P**

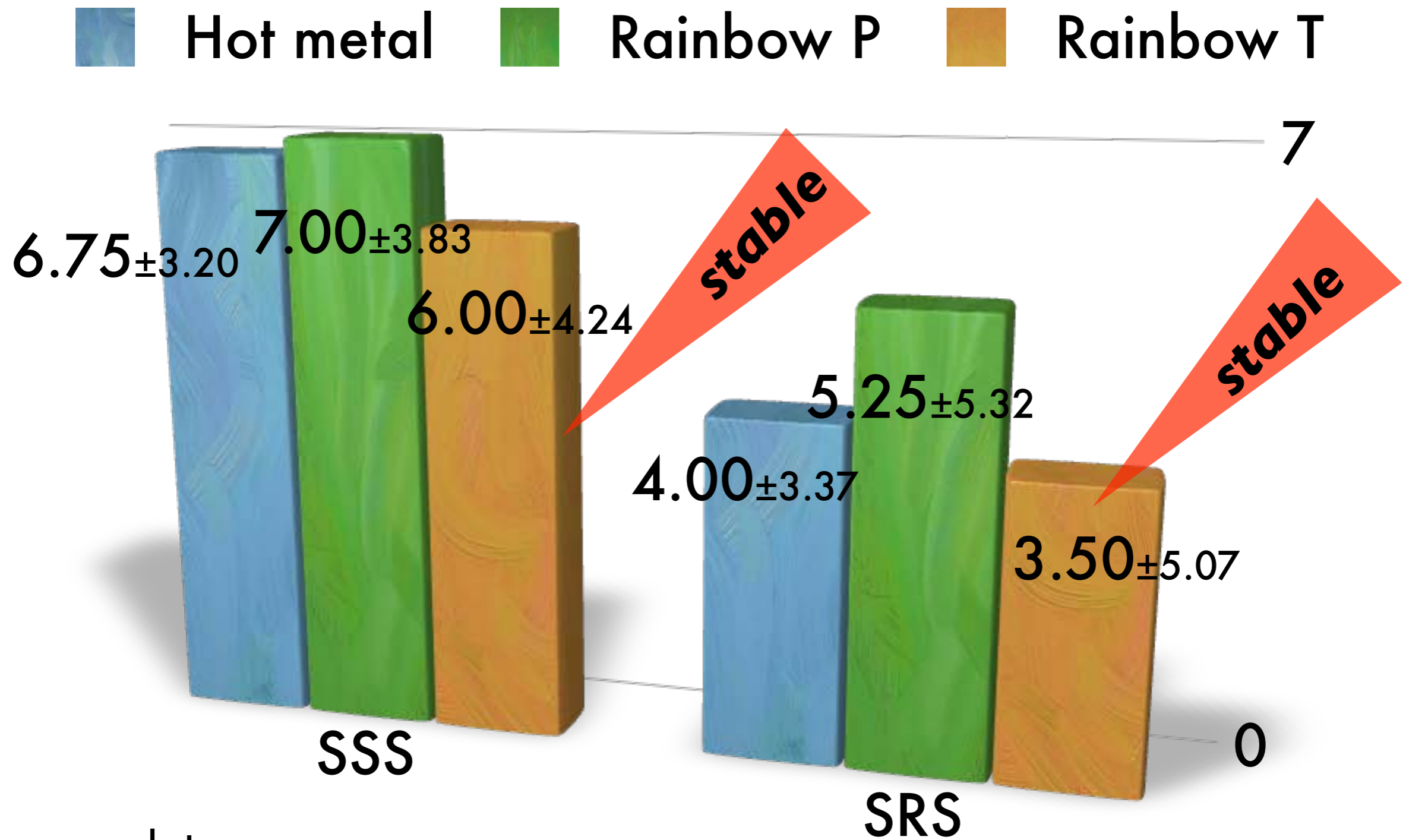


**Rainbow T**

Higashino H. SNM 2010



# SSS & SRS (final score) : TC sample cases (n=4)



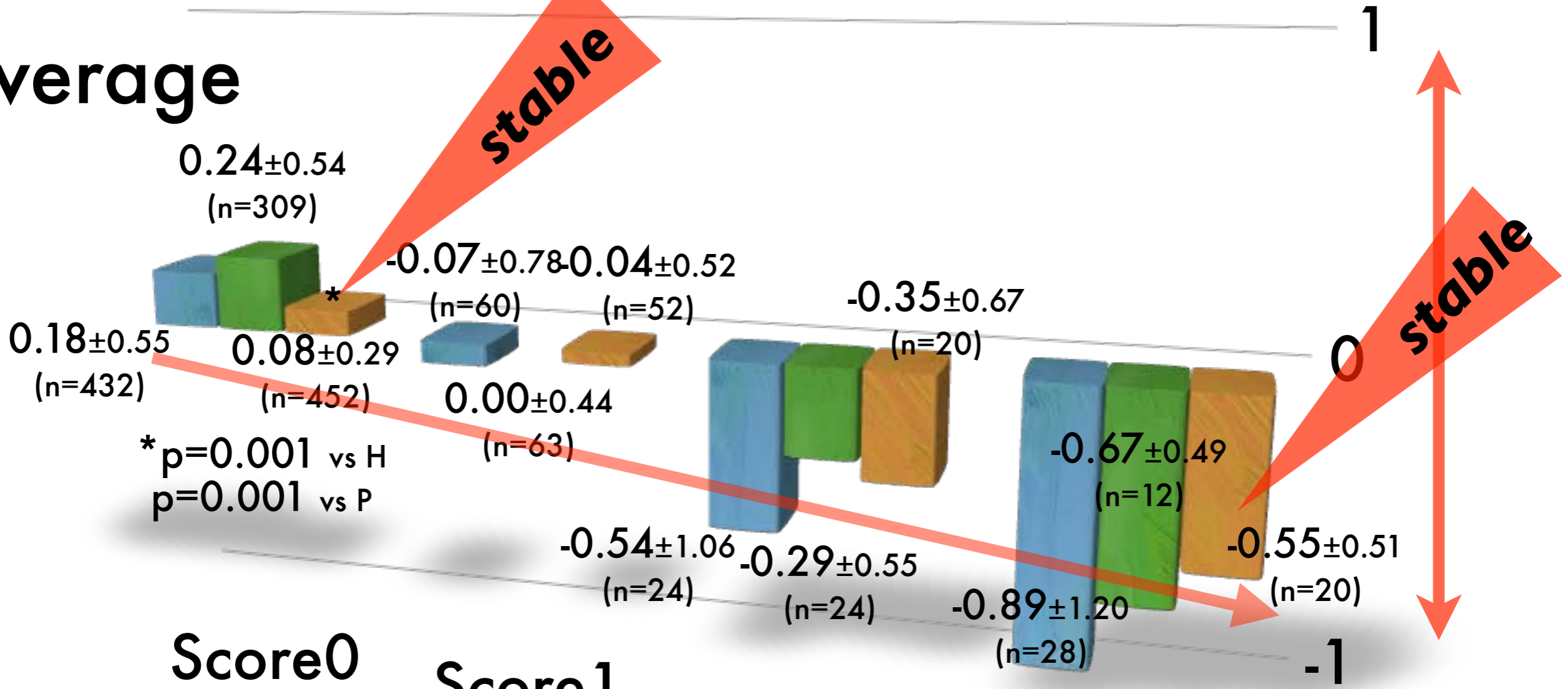
SSS: summed stress score  
 SRS: summed rest score

Higashino H. SNM 2010

# Initial score minus final score: TC sample cases

■ Hot metal   
 ■ Rainbow P   
 ■ Rainbow T

## Average

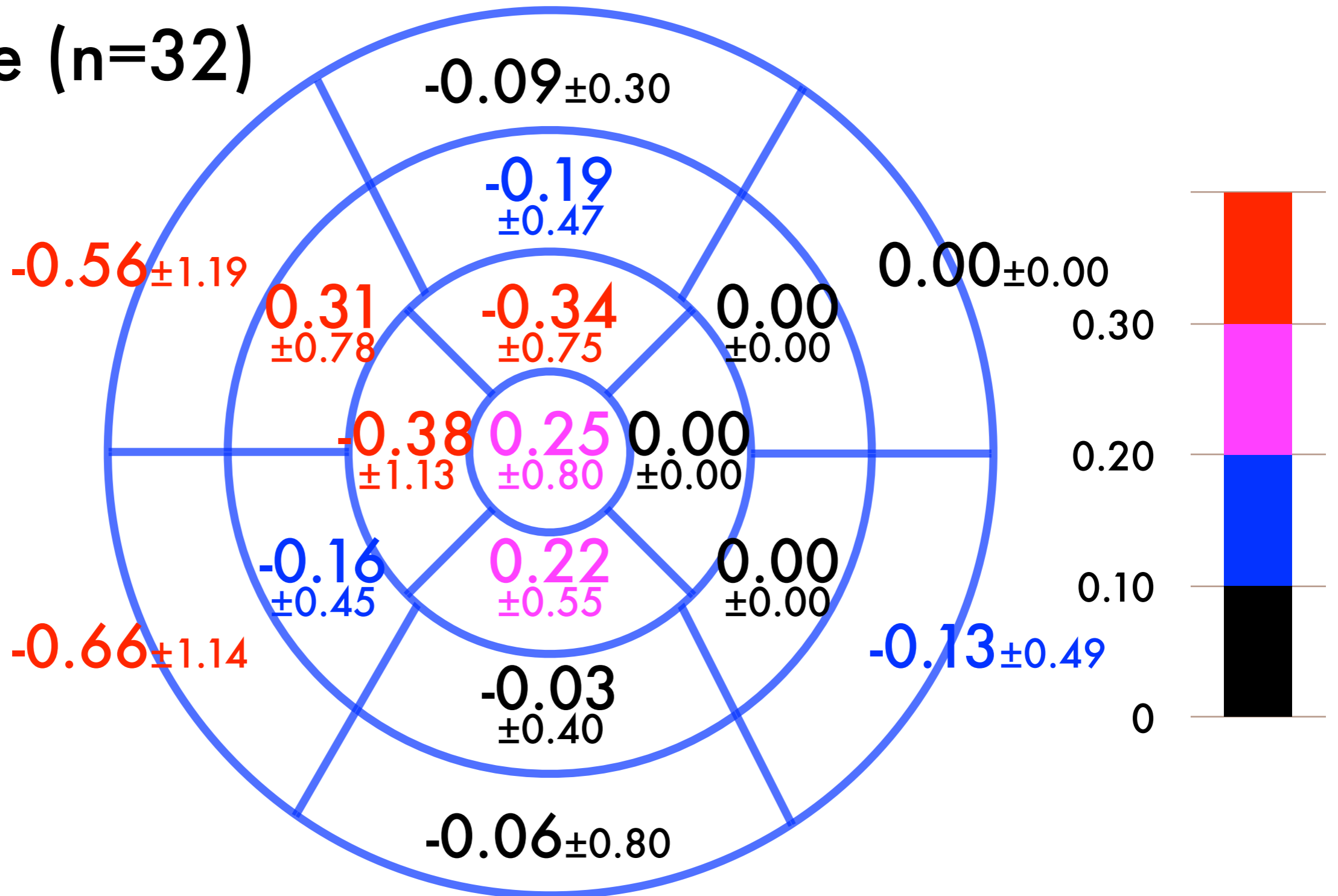


Final score

Higashino H. SNM 2010

# Initial score minus final score: Hot metal: TC sample cases

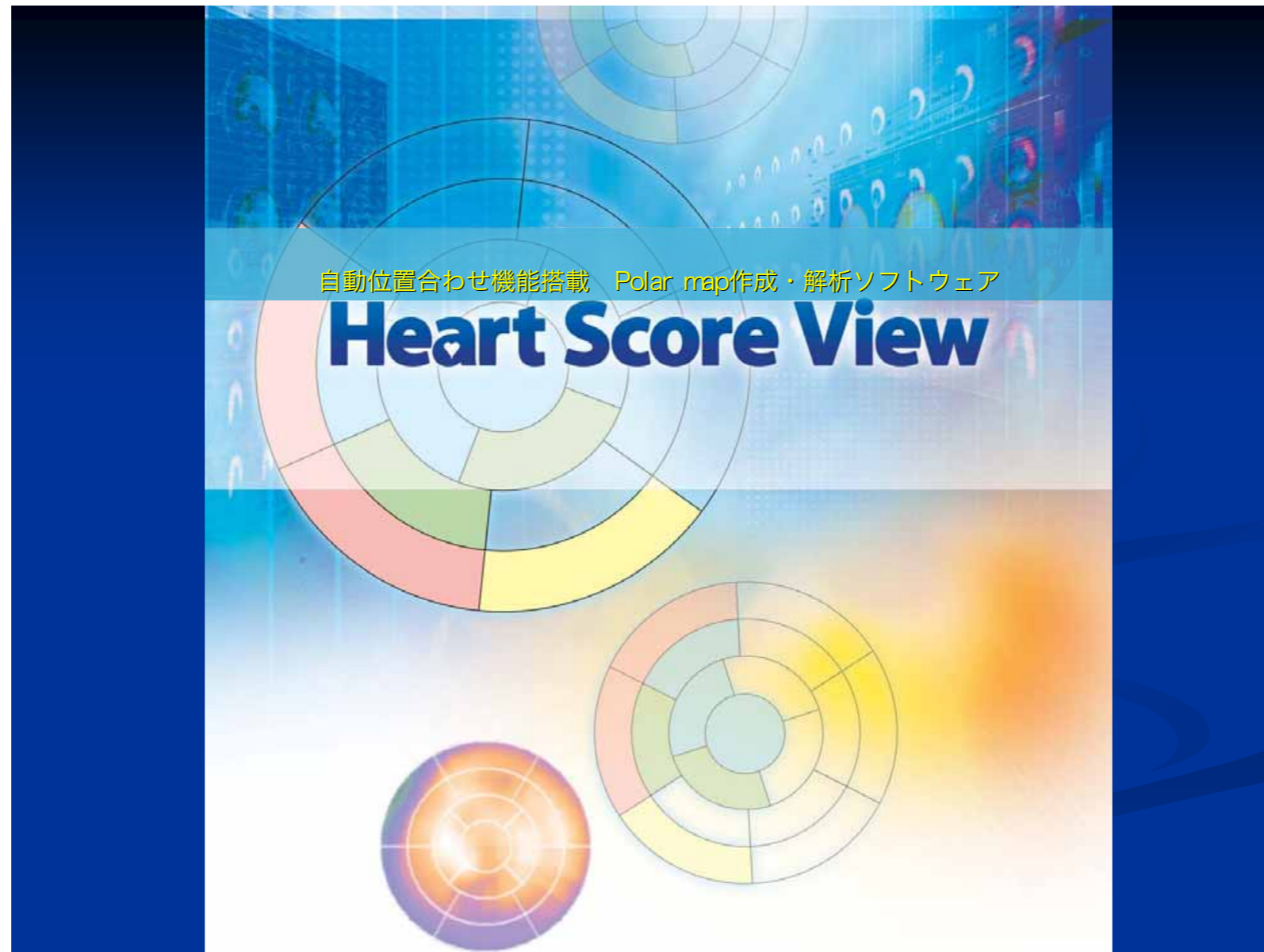
Average (n=32)



Higashino H. SNM 2010

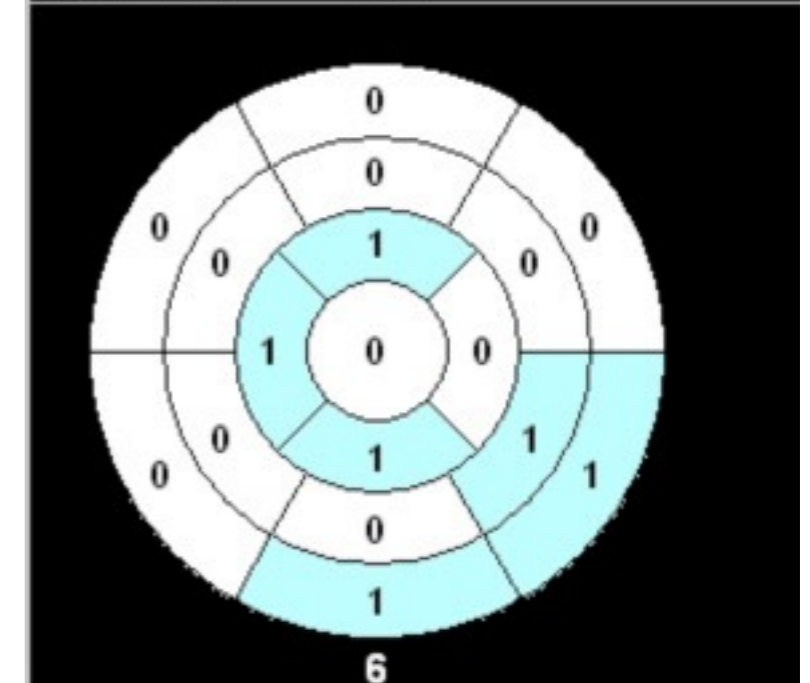
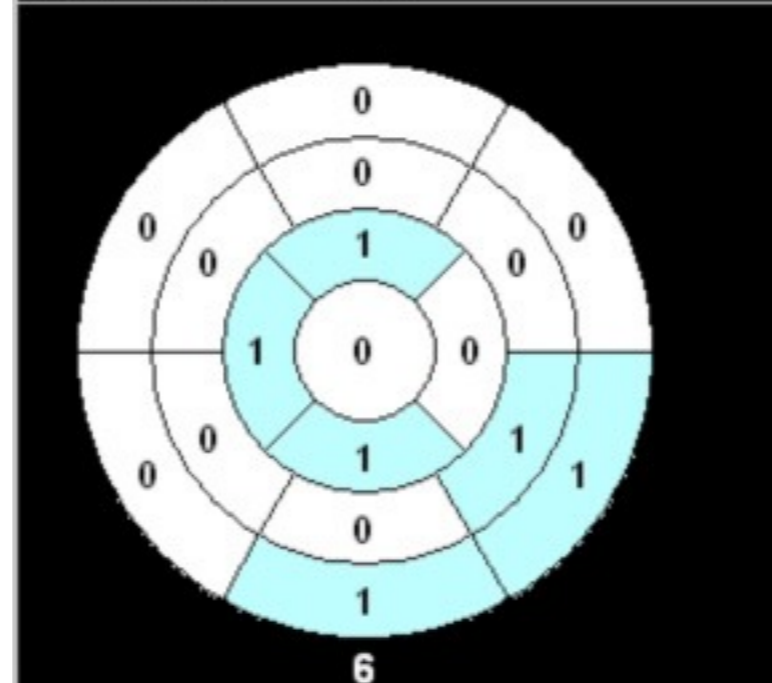
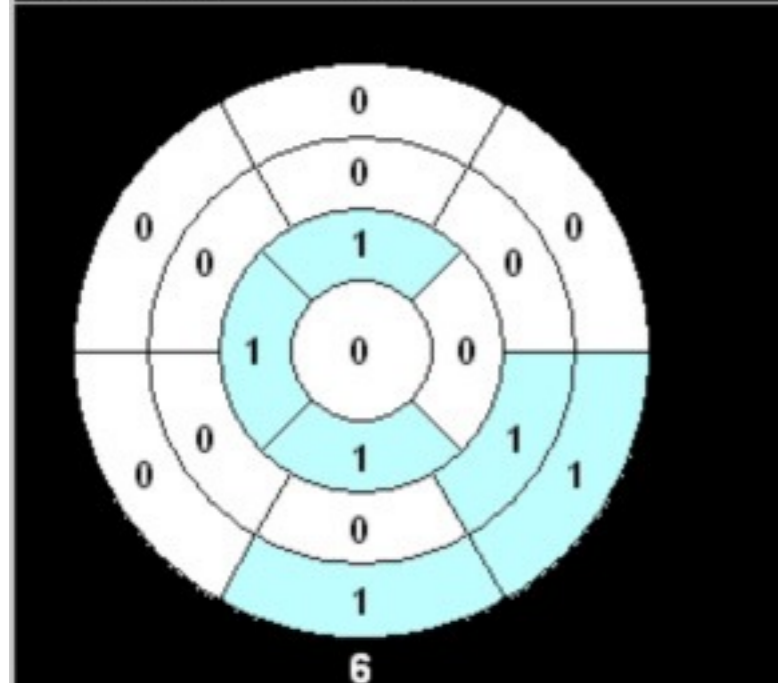
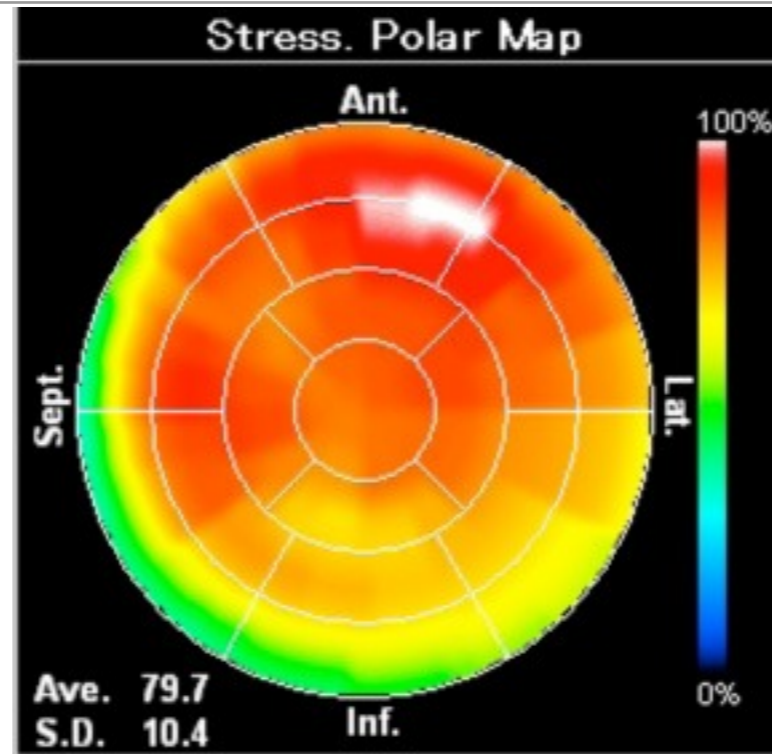


# 種々のアプリケーションを活用する



# Score by PC software based on experts

TC patients 73 F



Hot metal

Rainbow P

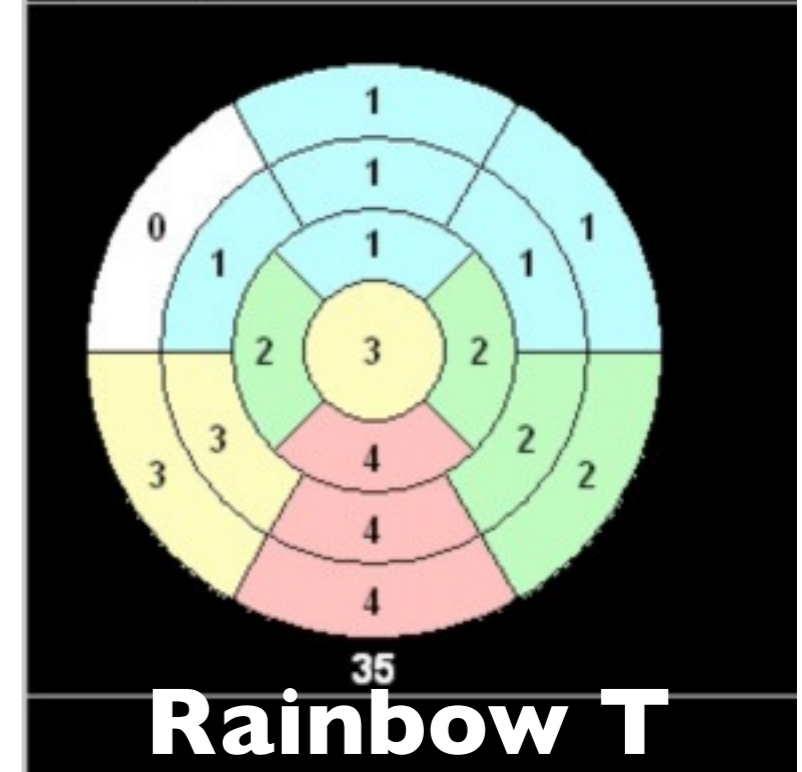
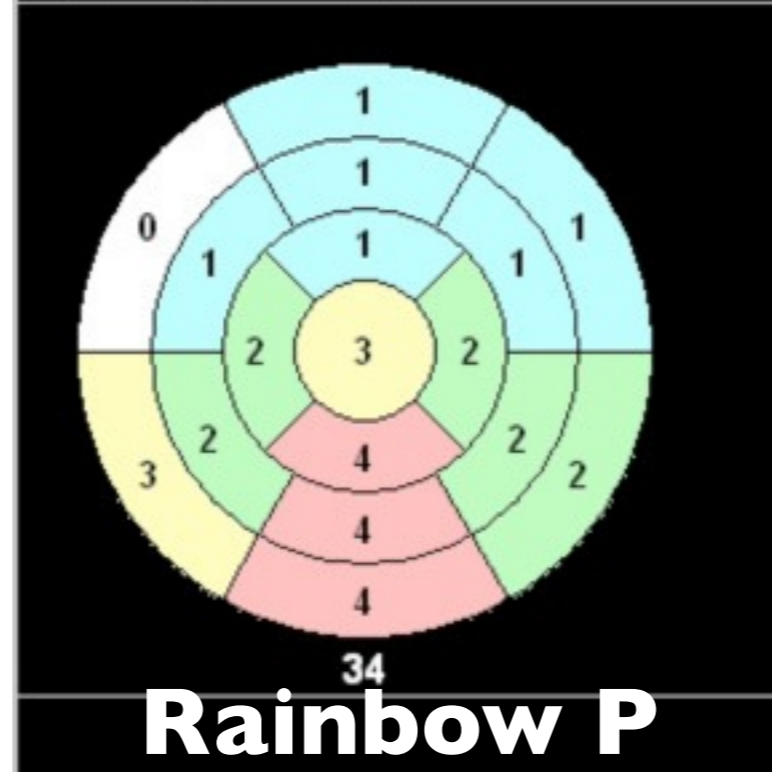
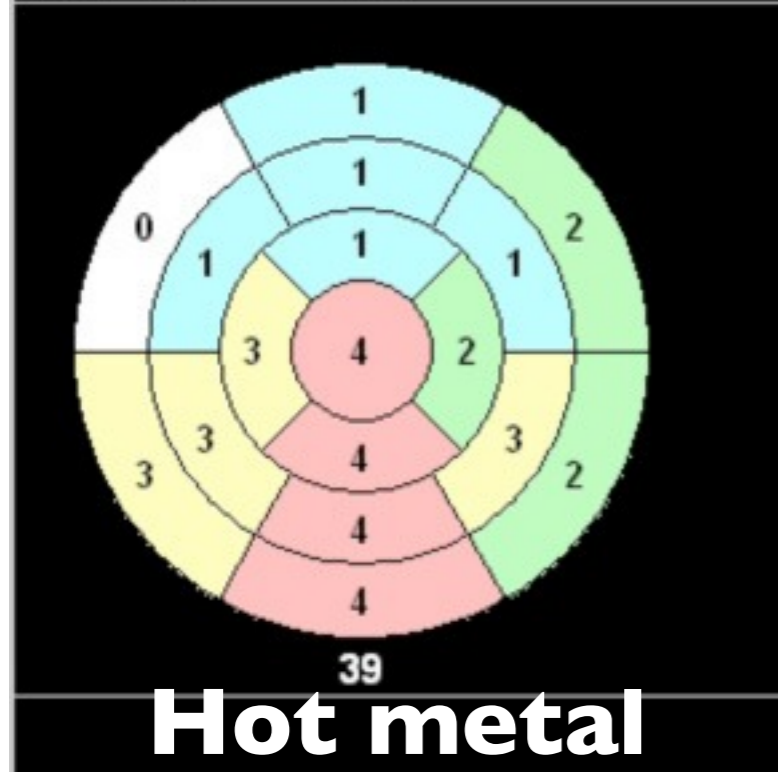
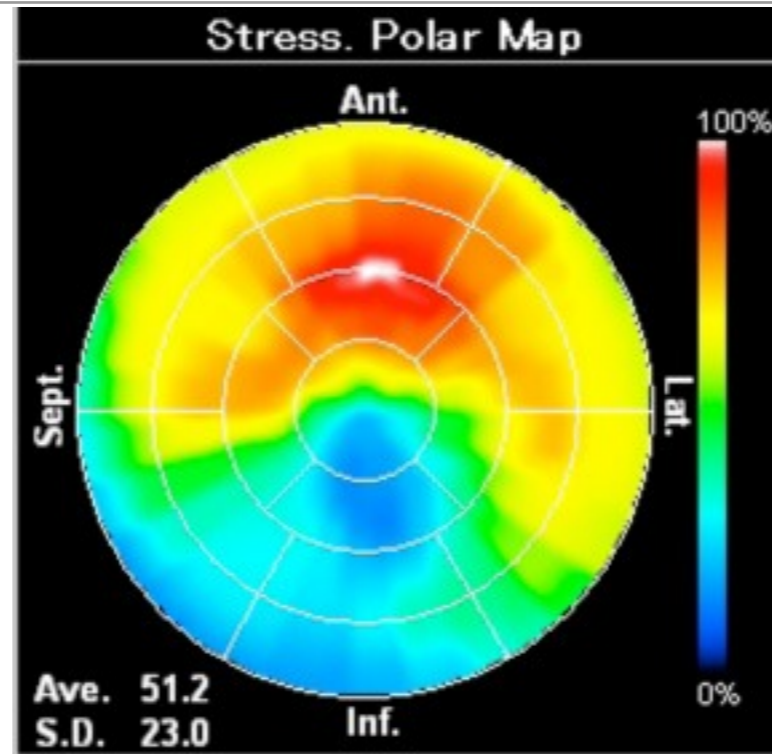
Rainbow T

Higashino H. SNM 2010



# Score by PC software based on experts

TC patients 58 M



**Hot metal**

**Rainbow P**

**Rainbow T**

Higashino H. SNM 2010



# 核医学

---

- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、標準的な解析、**DICOM**データ管理
- 放射線科医
  - **DICOM**データ読影、標準的なリスク層別化に沿った解析や読影
- 循環器内科医
  - 治療に対応した解析や読影

# MR

---

- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、標準的な解析、**DICOM**データ管理
- 放射線科医
  - 造影法、**DICOM**データ管理と読影、標準的な解析と読影
- 循環器内科医
  - **PCI**などの治療に対応した解析と読影

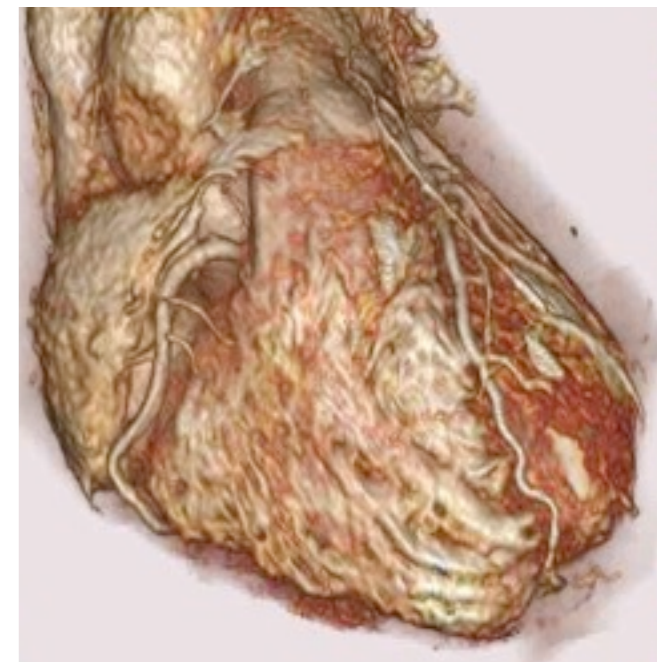
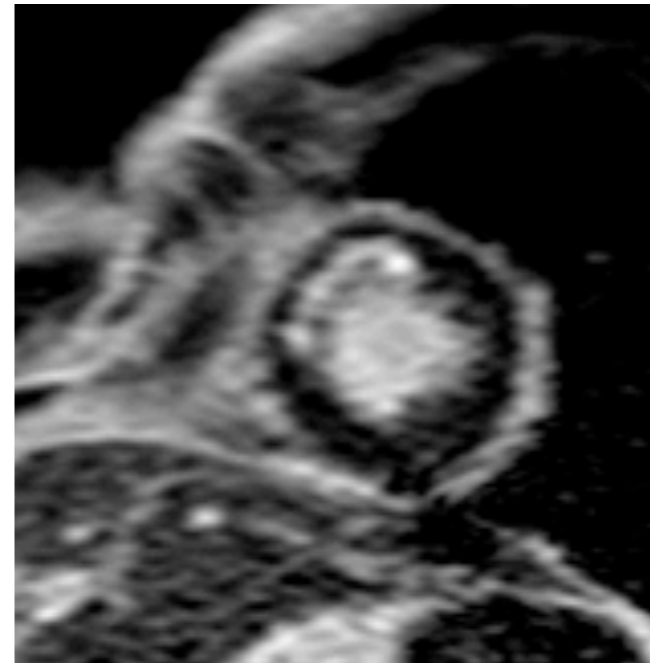
# SCMR

---

- Starting in CMR?
- Congratulations for considering CMR. It is a fantastic and rewarding field. But starting out can be daunting. CMR can be perceived as esoteric and complex. A major goal of SCMR is to help people starting out in CMR. We would like you to join SCMR which you can do here.
- In the meantime, here are some pointers.



# One stop shopping



**CINE**

**Perfusion**

**LGE**

**MRCA**

0min

15min

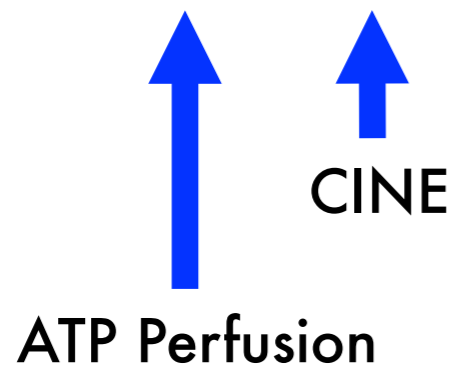
30min

45min

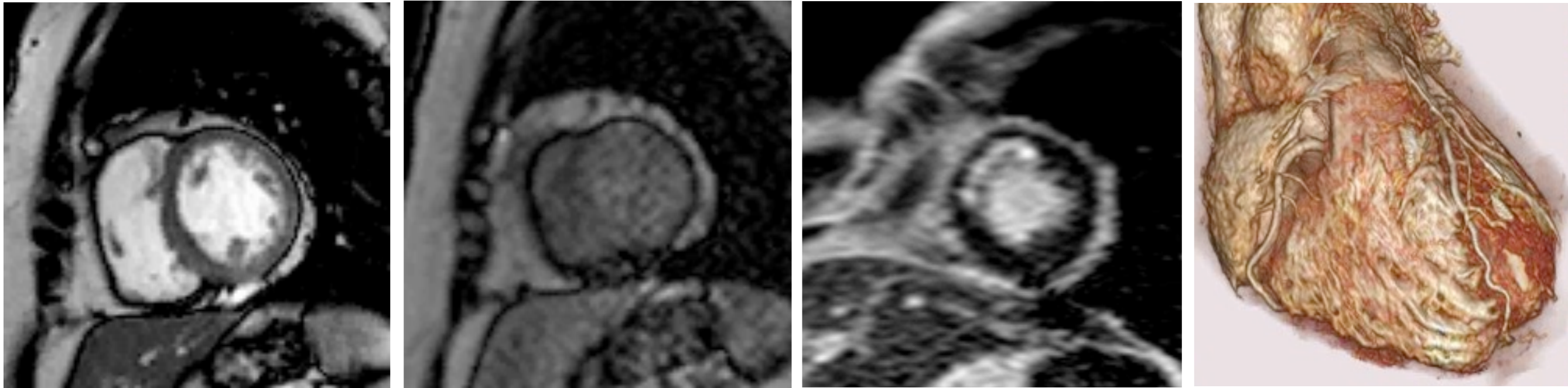
60min

75min

90min



# One stop shopping



**CINE**

**Perfusion**

**LGE**

**MRCA**

0min

15min



30min

45min

60min

75min

90min

  
 ATP Perfusion  
  
 CINE

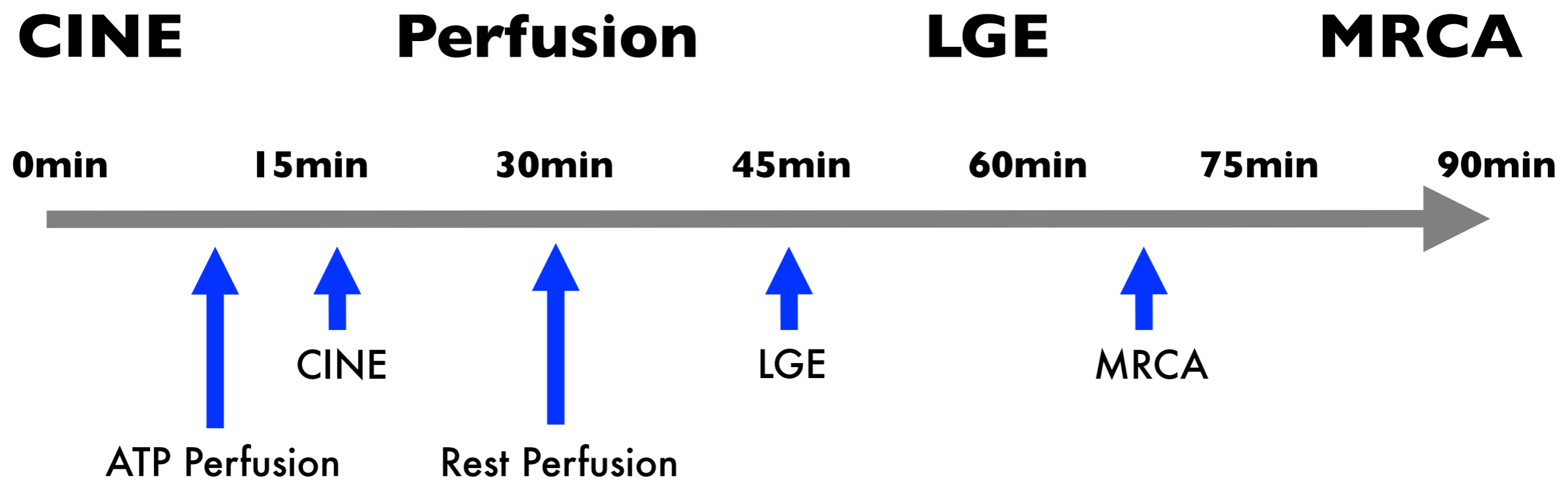
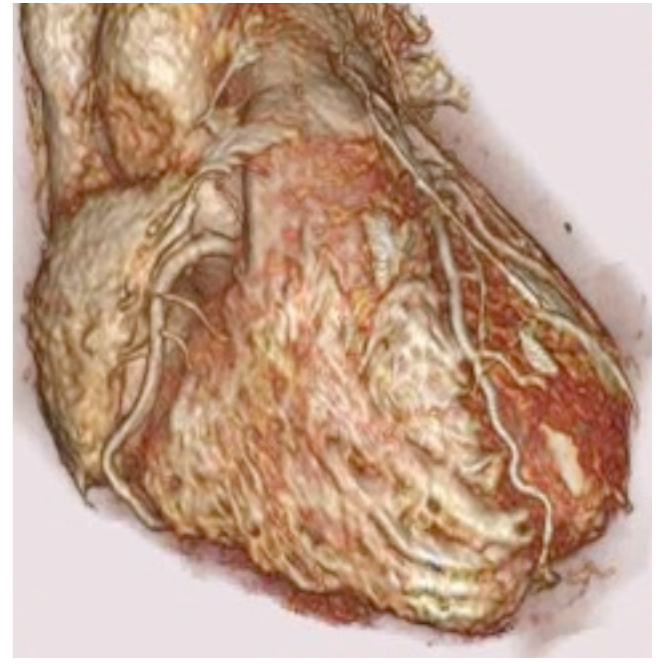
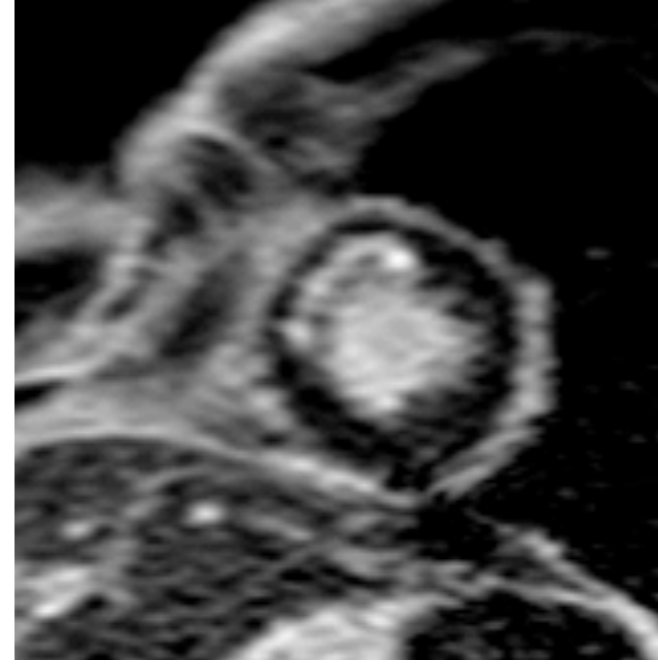
  
 Rest Perfusion

  
 LGE

  
 MRCA

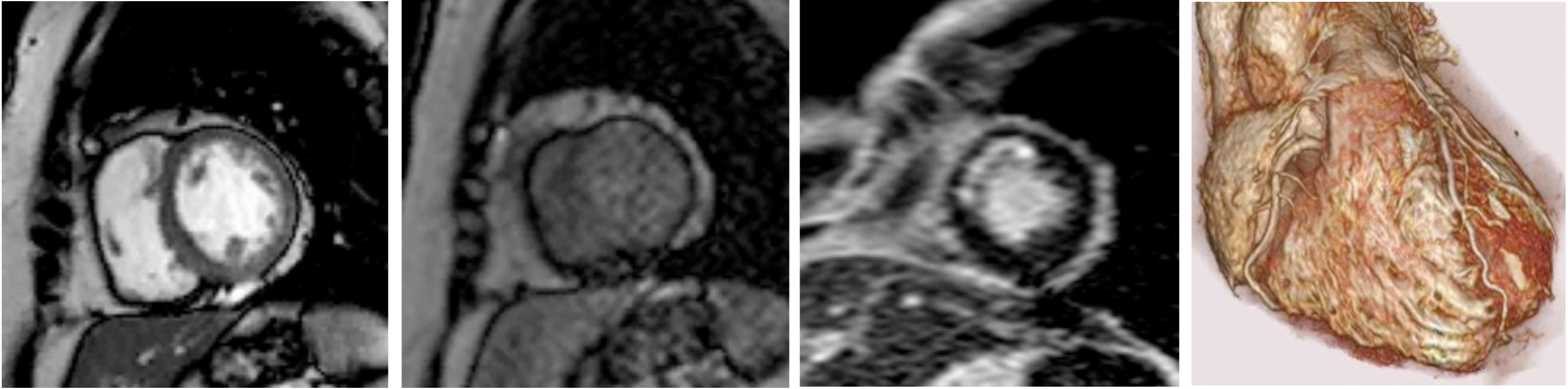


# ~~One stop~~ shopping what you like





# ~~One stop~~ shopping what you like

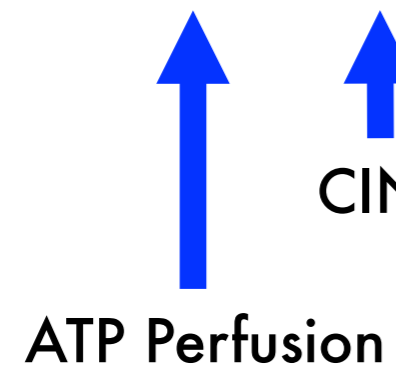
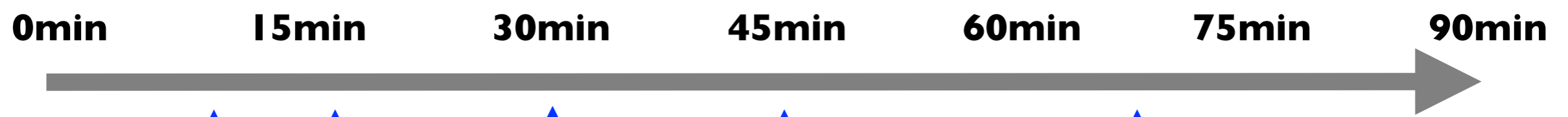


**CINE**

**Perfusion**

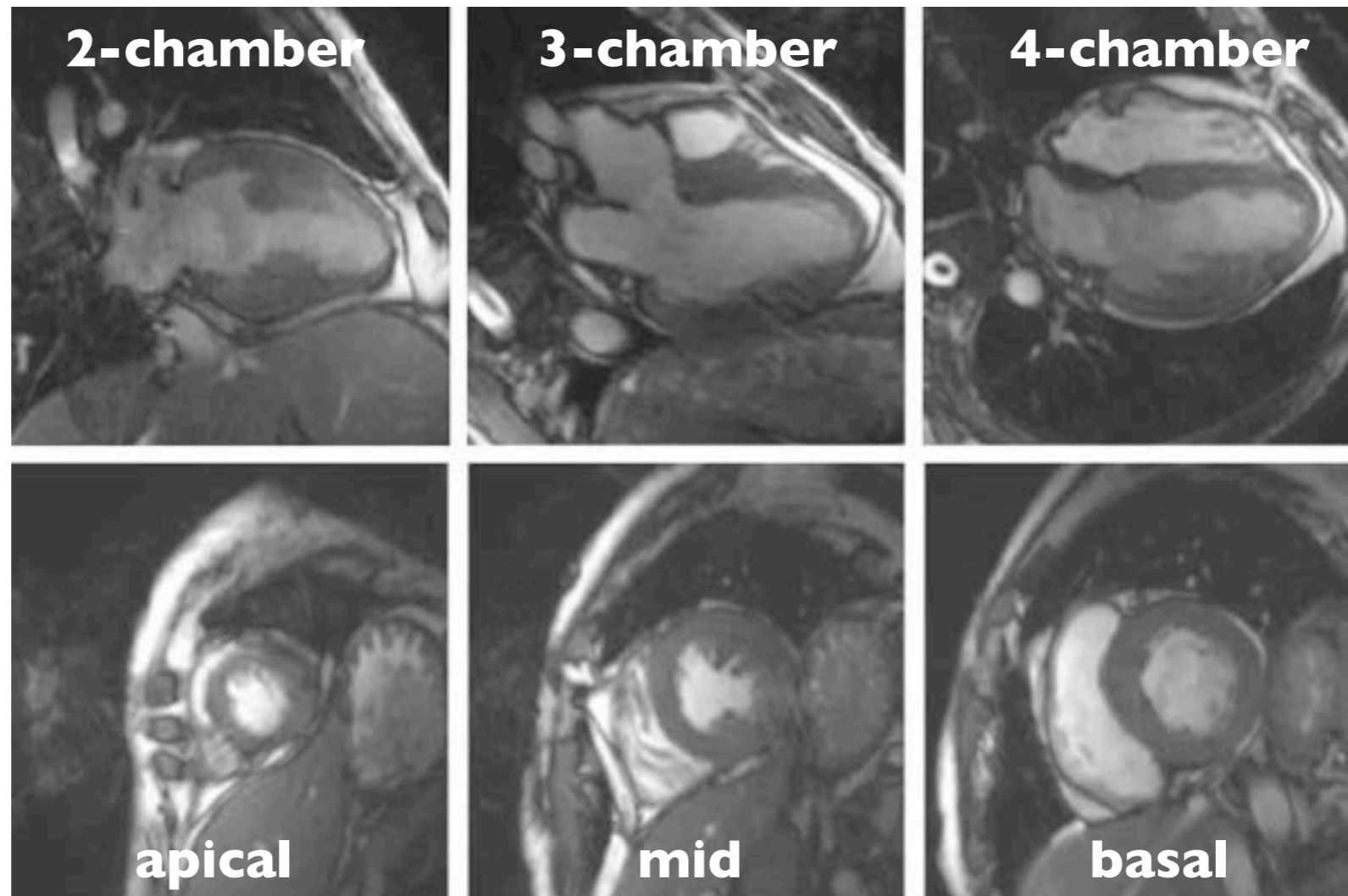
**LGE**

**MRCA**



# CINE MR

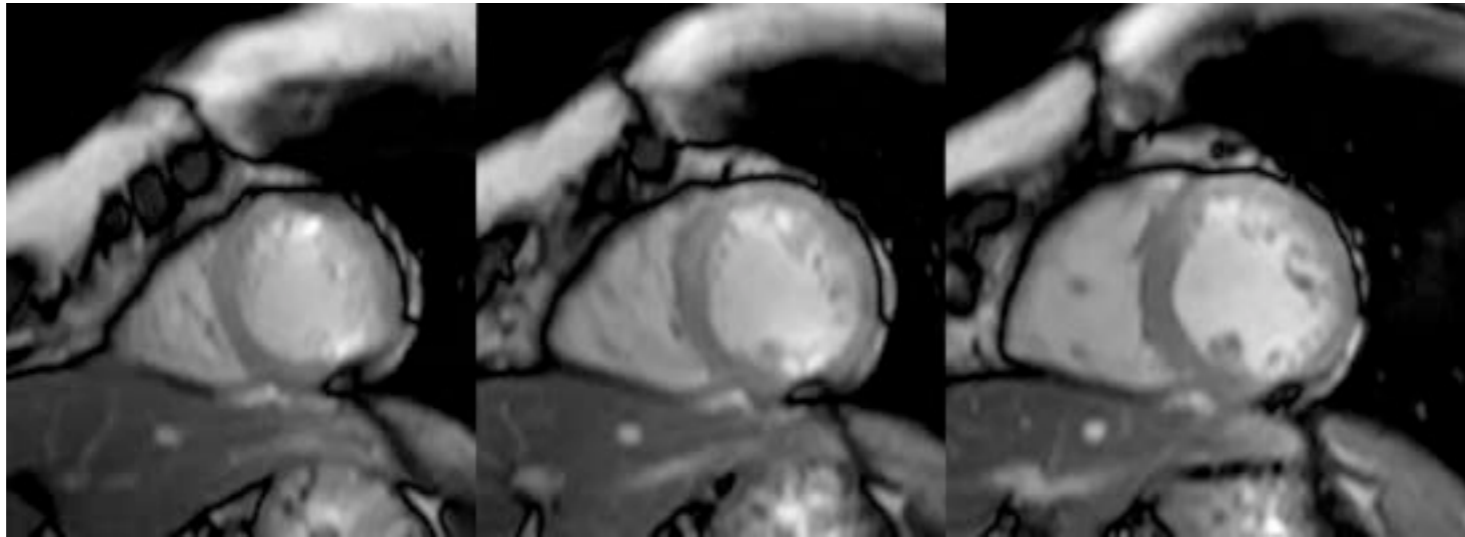
- 左室壁運動や形態の視覚的評価が可能
- 解析を行うことで高い再現性をもって心機能の定量評価が可能



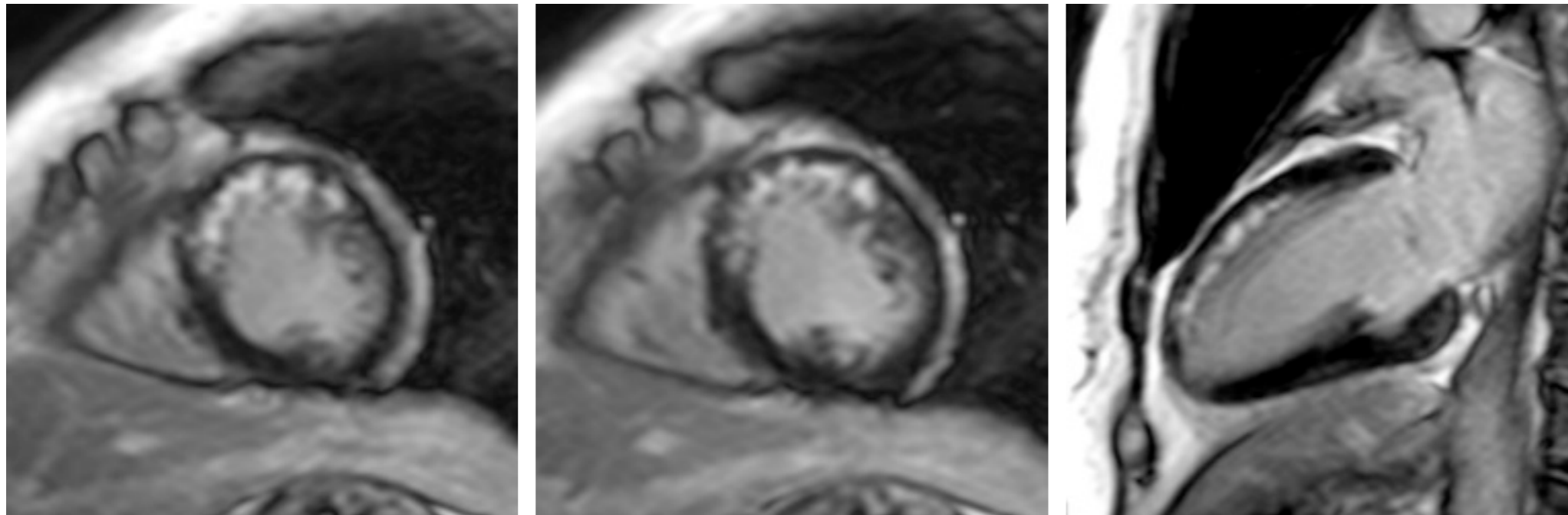
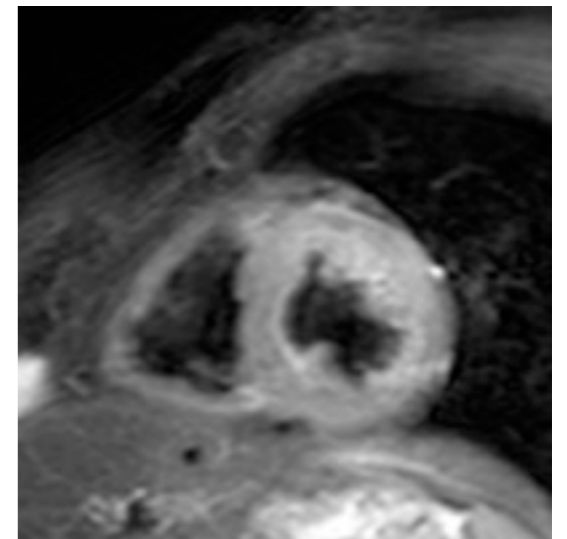
**40M HCM**

# AMI

## CINE



## T2wBB



## LGE

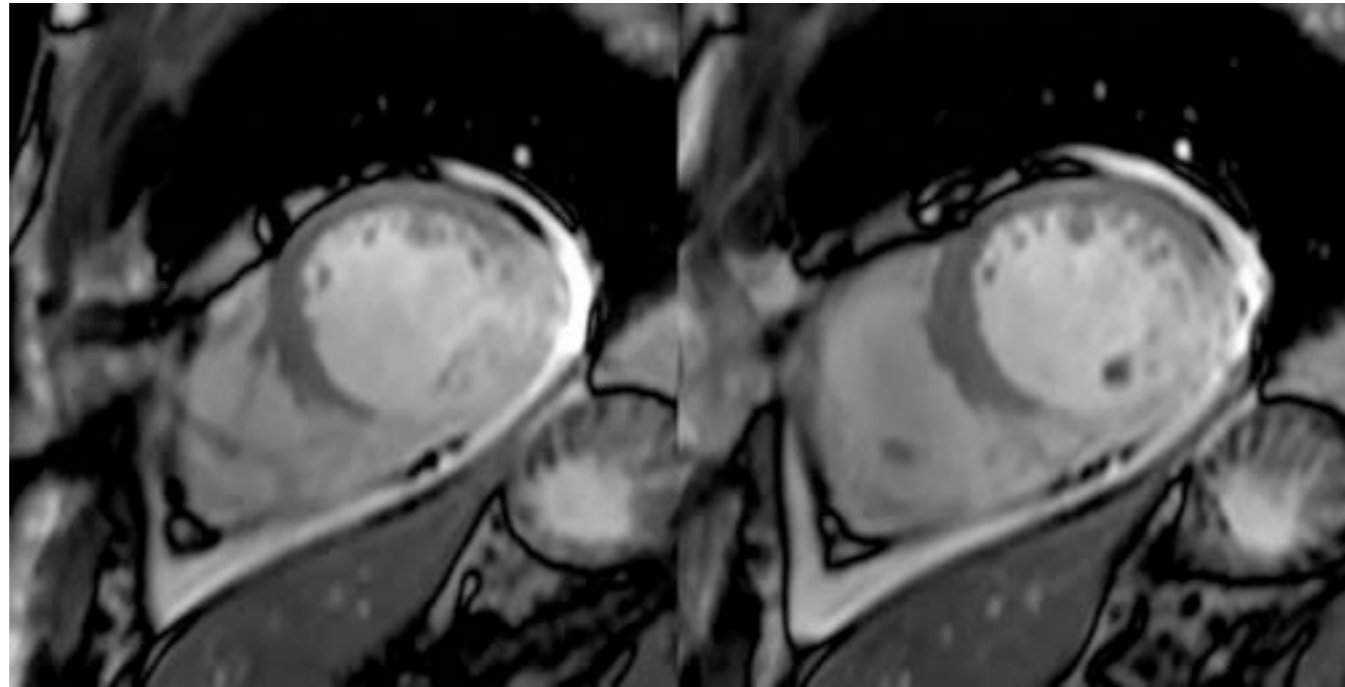


**EHIME** 愛媛大学  
UNIVERSITY

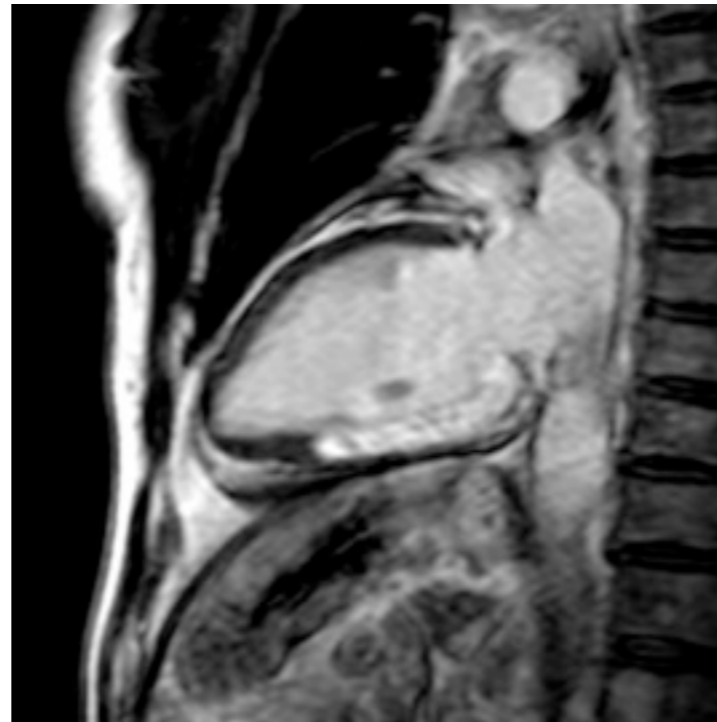
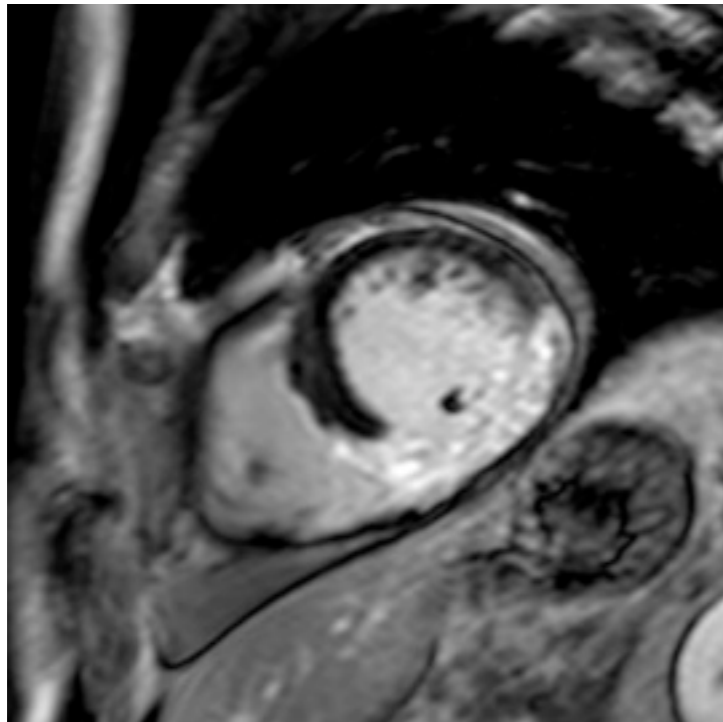


# AMI

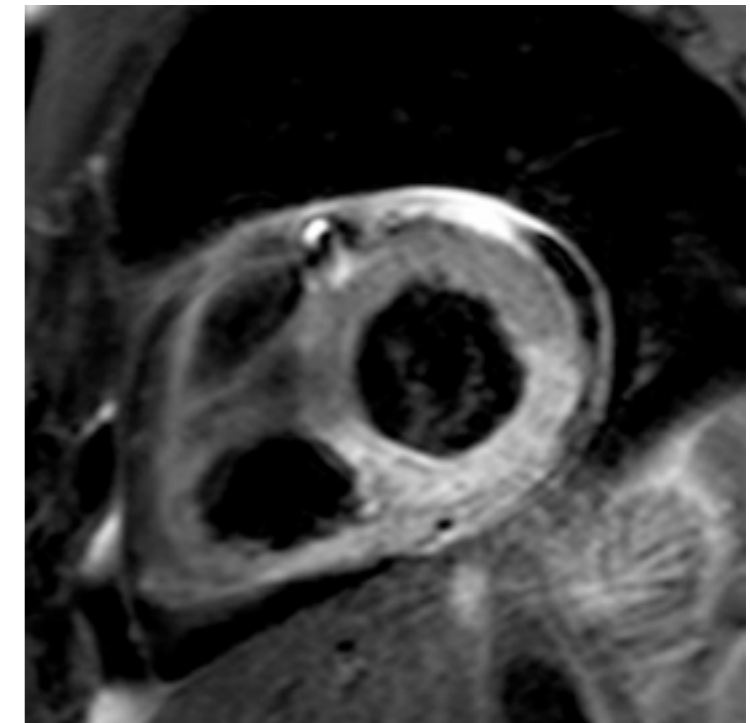
**CINE**



**LGE**



**T2wBB**

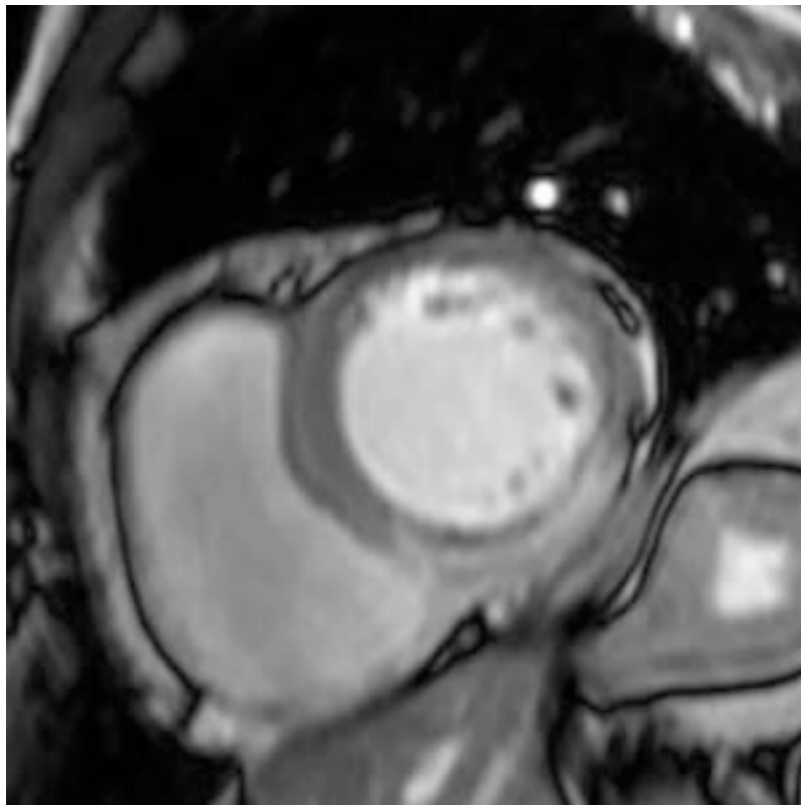


**EHIME** 愛媛大学  
UNIVERSITY

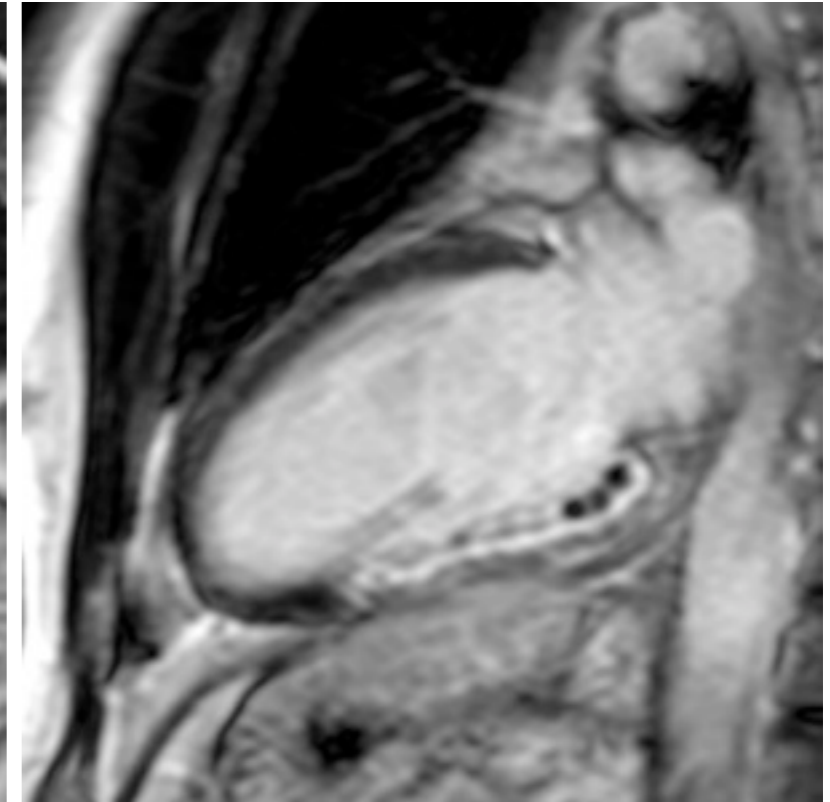
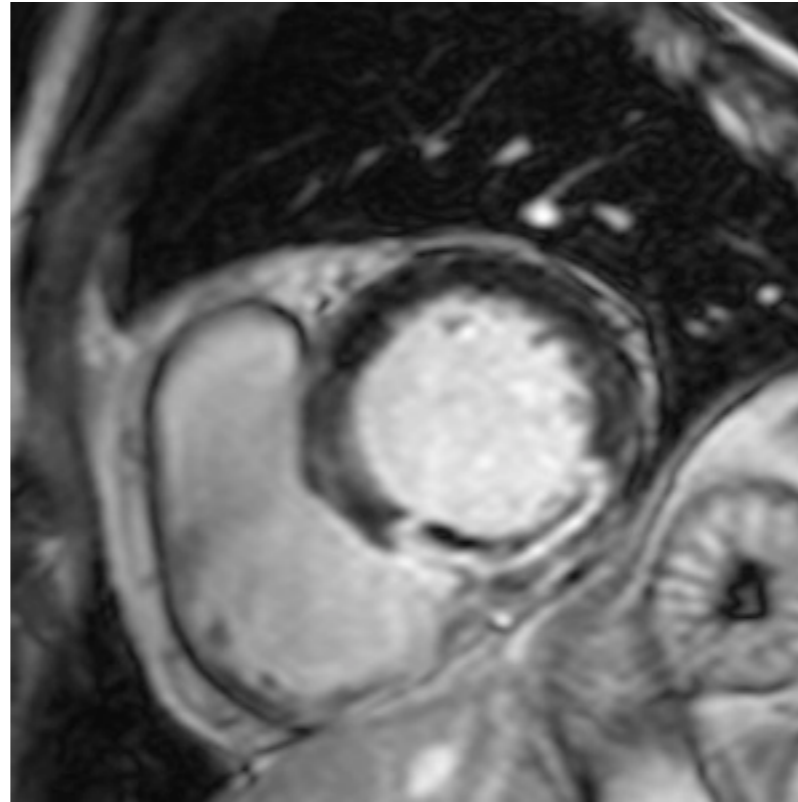
# AMI

---

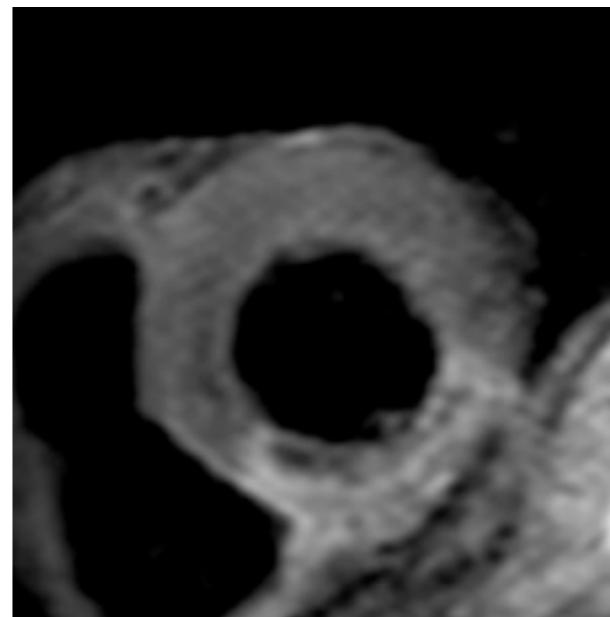
## CINE



## LGE

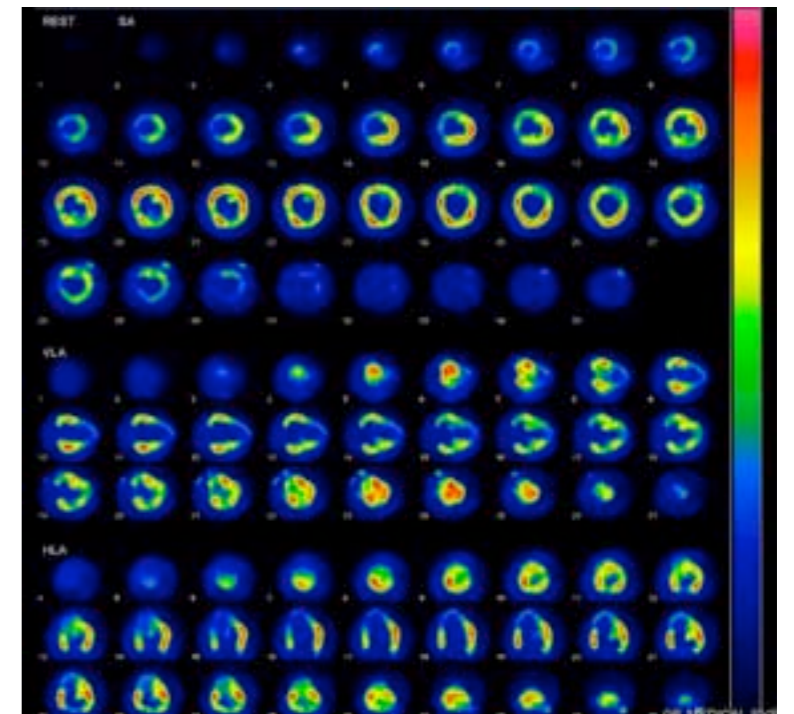
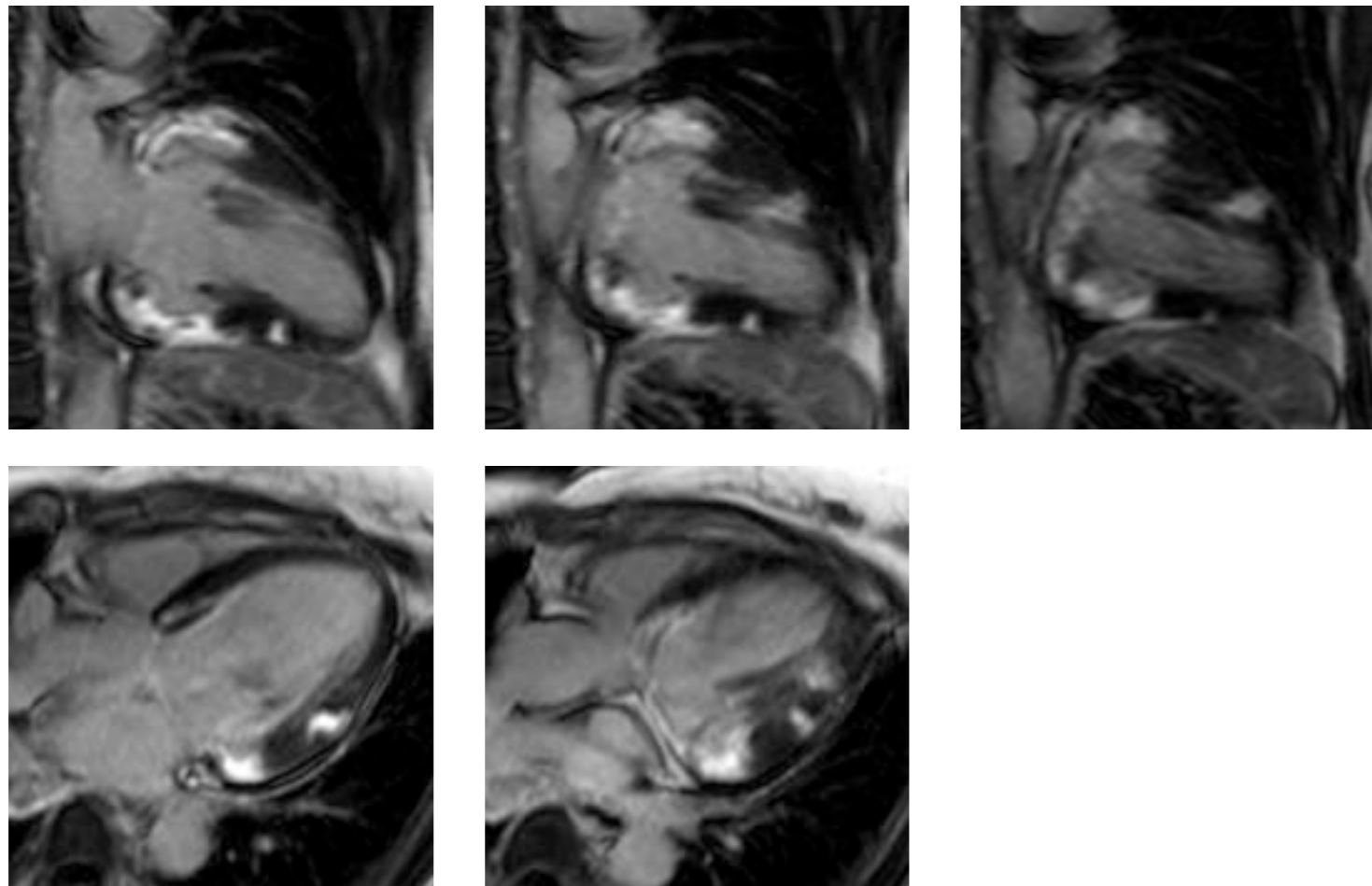
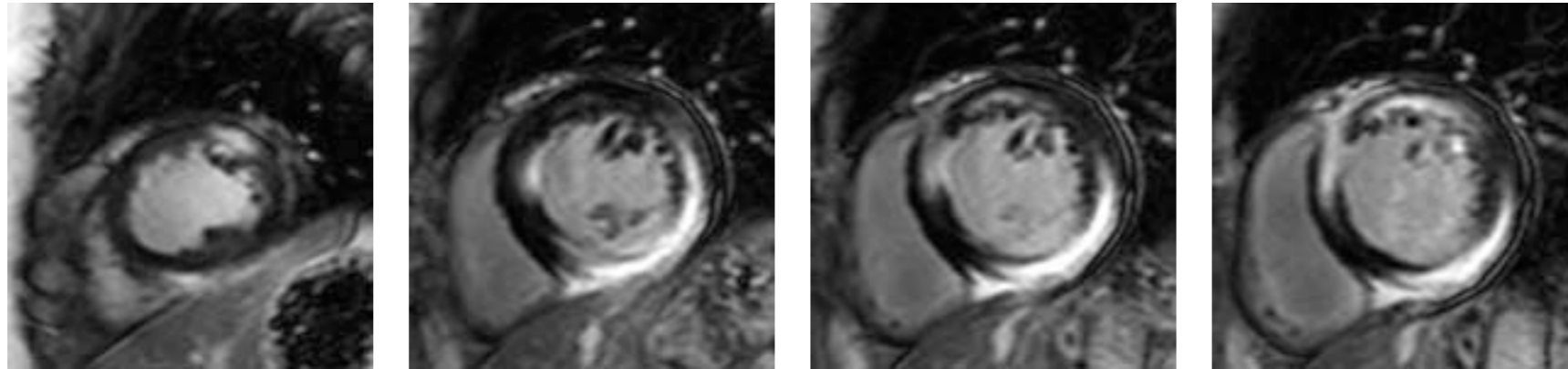


## T2wBB



# Sarcoidosis

**LGE**



**FDG-PET**



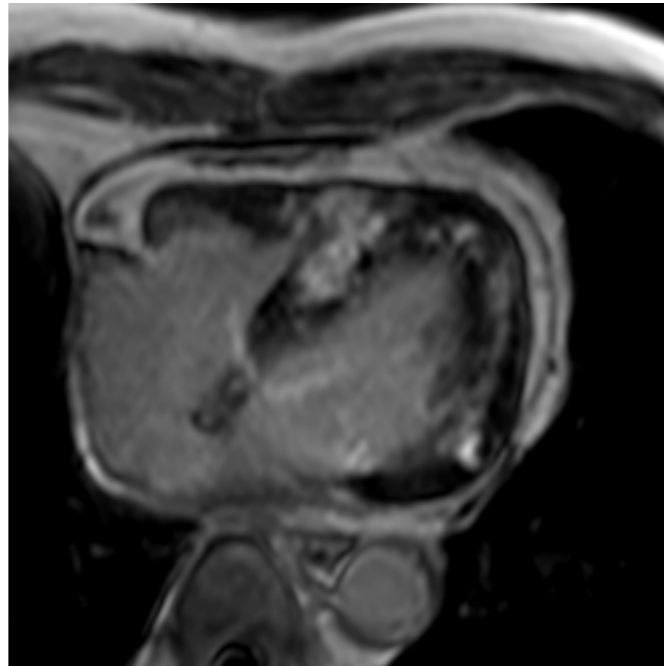
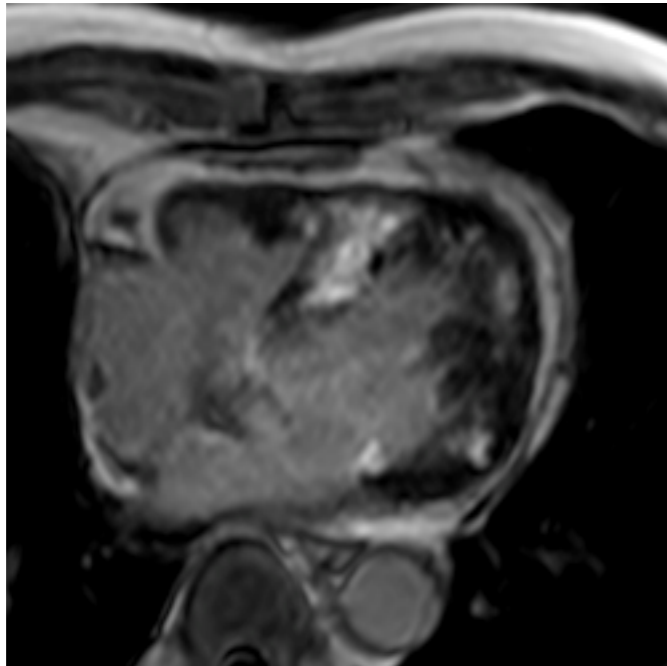
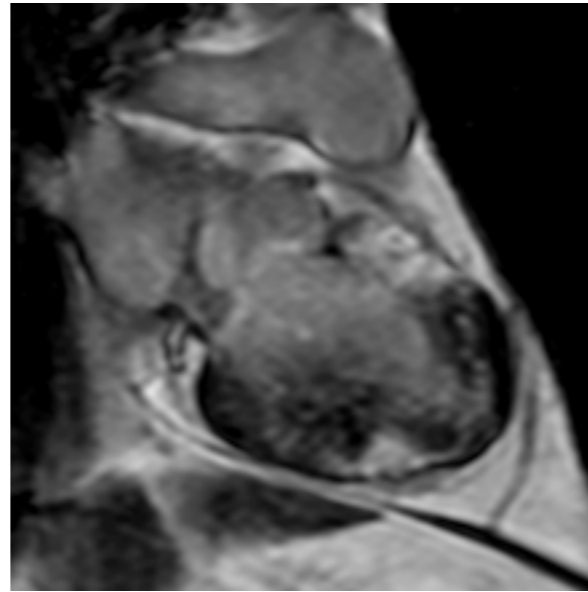
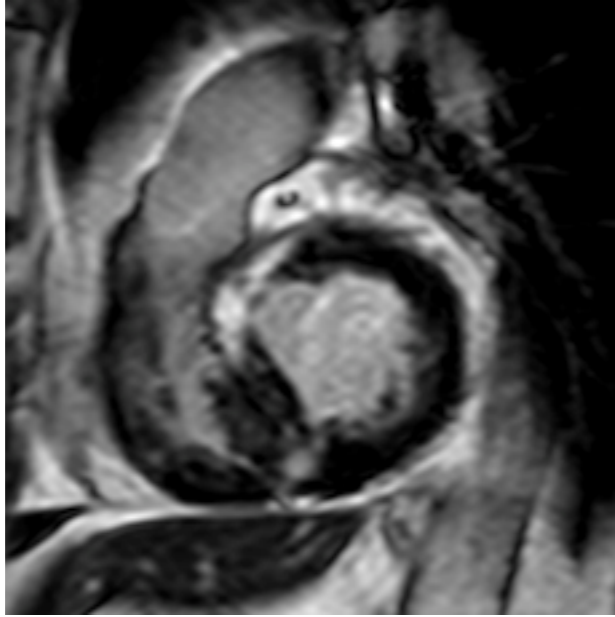
**EHIME** 愛媛大学  
UNIVERSITY



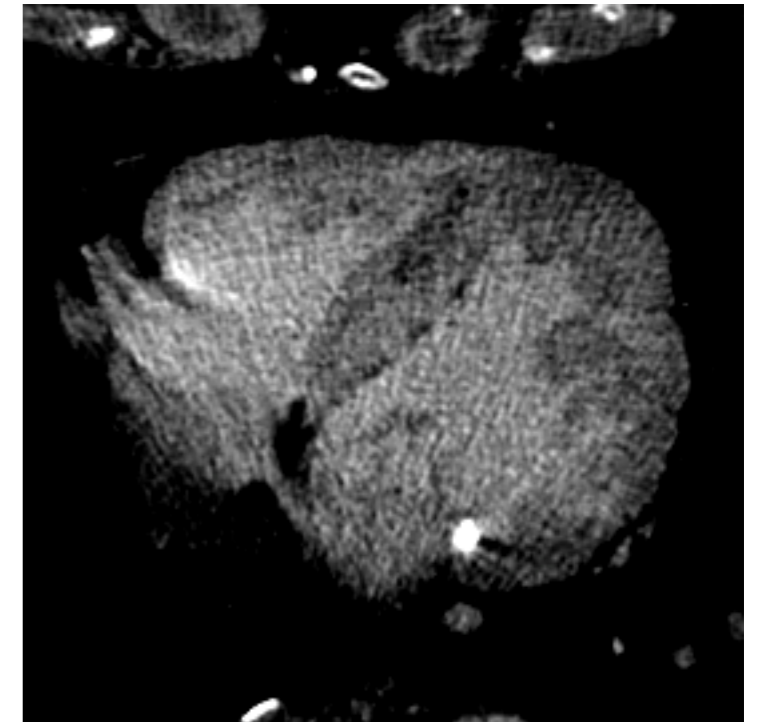
# Sarcoidosis

---

**LGE**



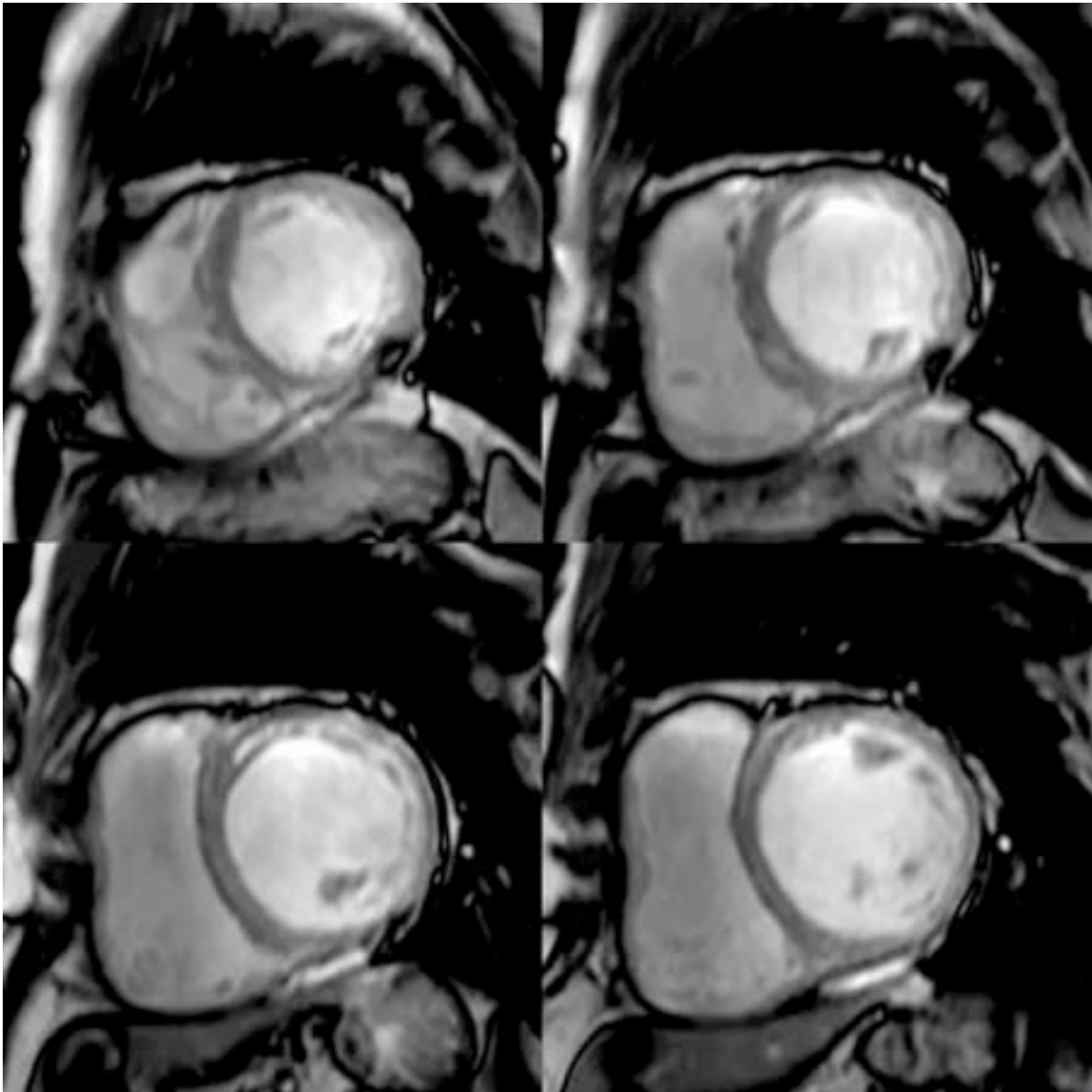
**LIE**



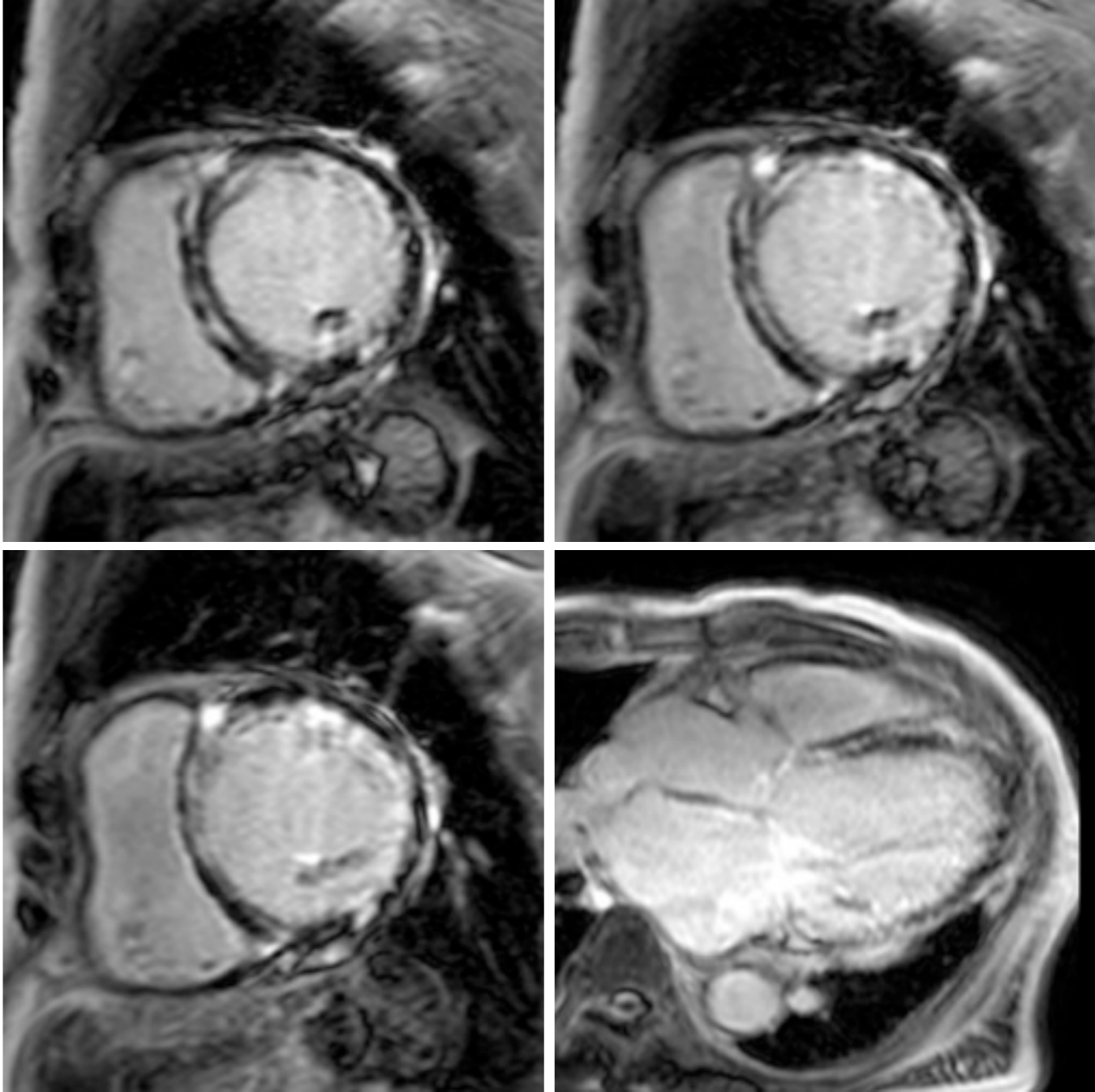
**EHIME** 愛媛大学  
UNIVERSITY

# DCM

## CINE

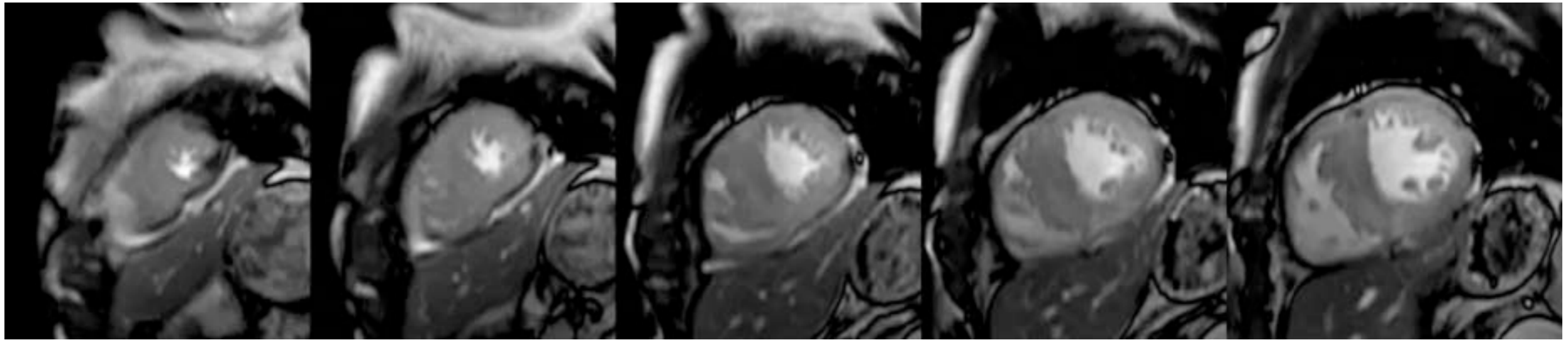


## LGE



# HCM

## CINE



## LGE





# MR

---

- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、標準的な解析、**DICOM**データ管理
- 放射線科医
  - 造影法、**DICOM**データ管理と読影、標準的な解析と読影
- 循環器内科医
  - **PCI**などの治療に対応した解析と読影

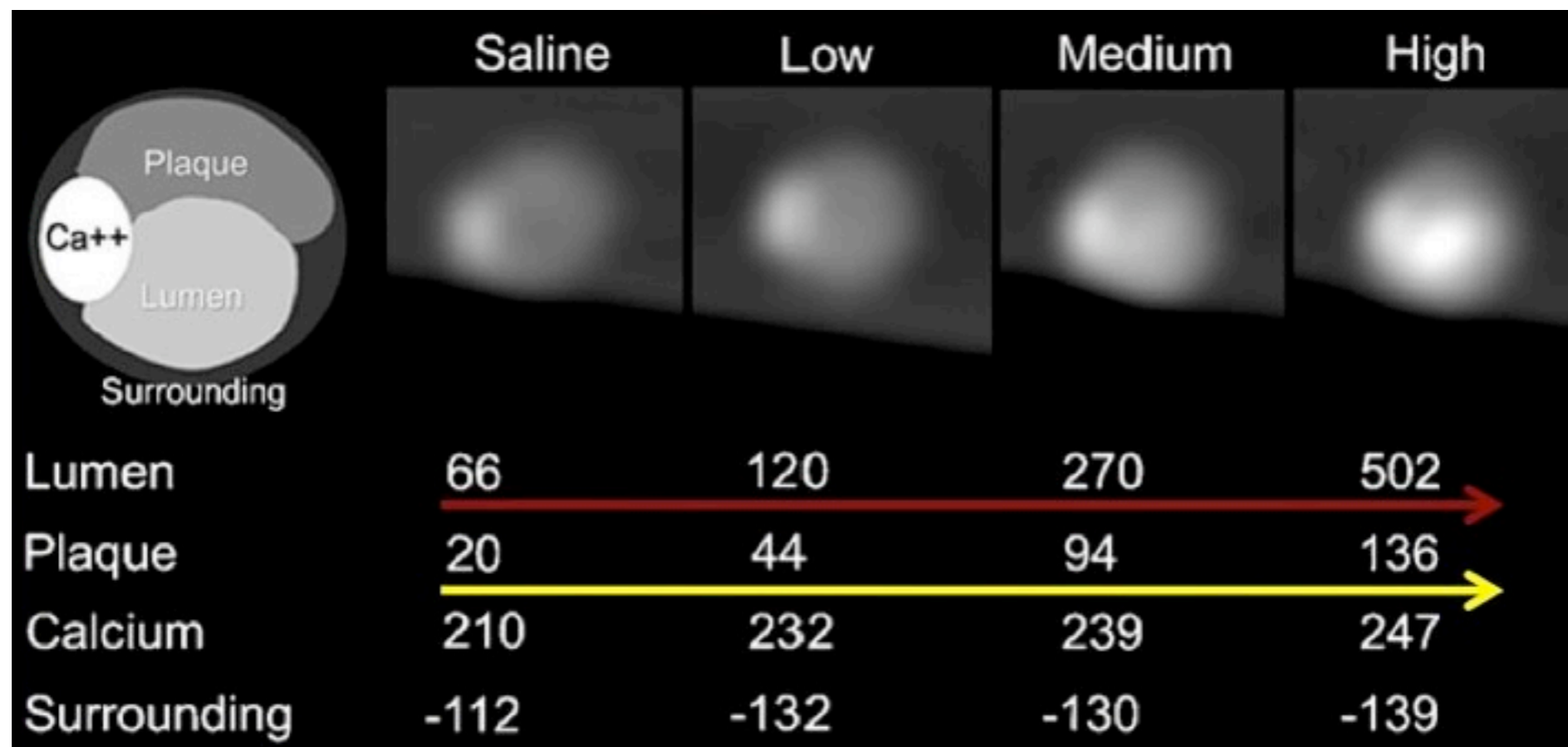
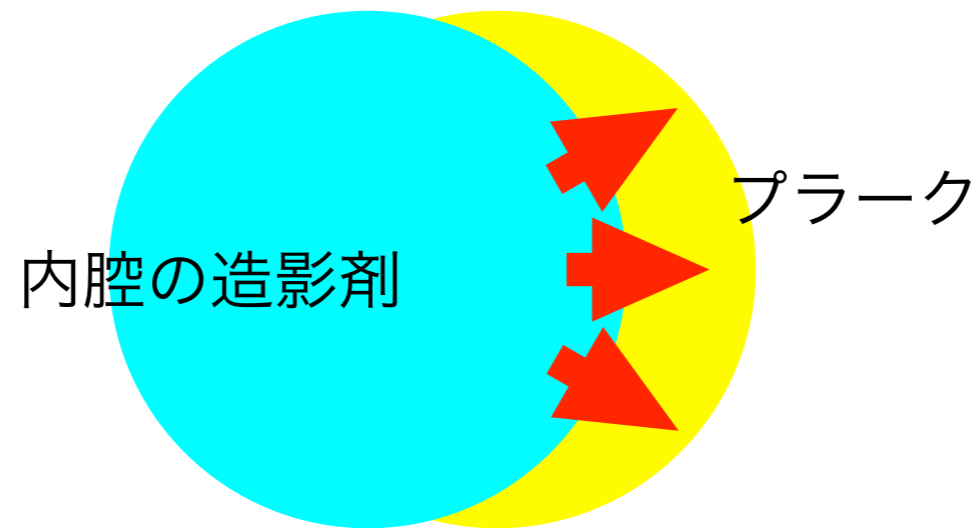
# MDCT

---

- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、ガイドラインに沿った解析、DICOMデータ管理
- 放射線科医
  - 造影法、DICOMデータ管理と読影、ガイドラインに沿った解析と読影
- 循環器内科医
  - PCIなどの治療に対応した解析と読影

# KIDO: keep fixed intensity of double opacities

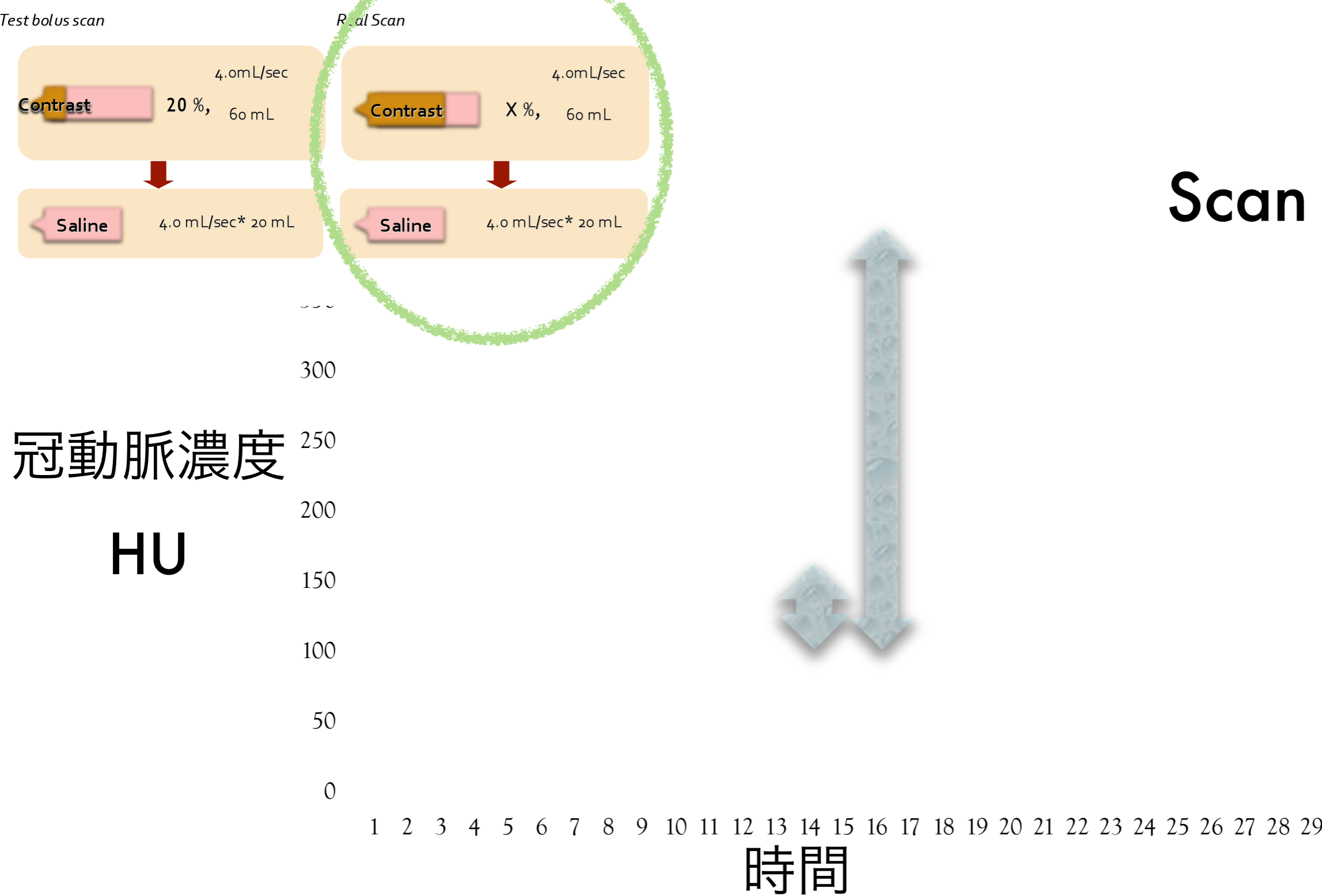
- 300 - 400 HU



Cademartiri Eur Radiol 2005 15: 1426-31

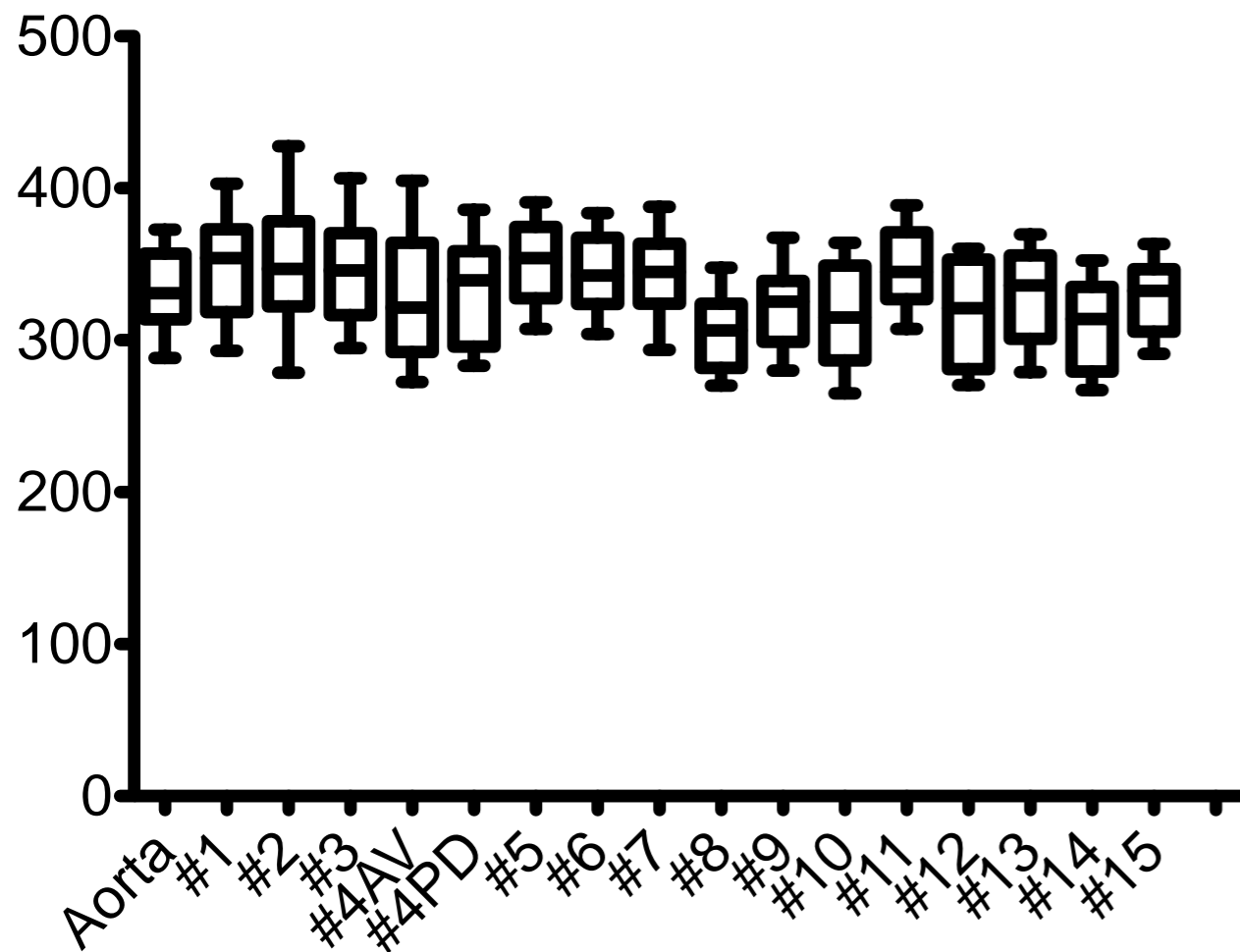


# KIDO: keep fixed intensity of double opacities

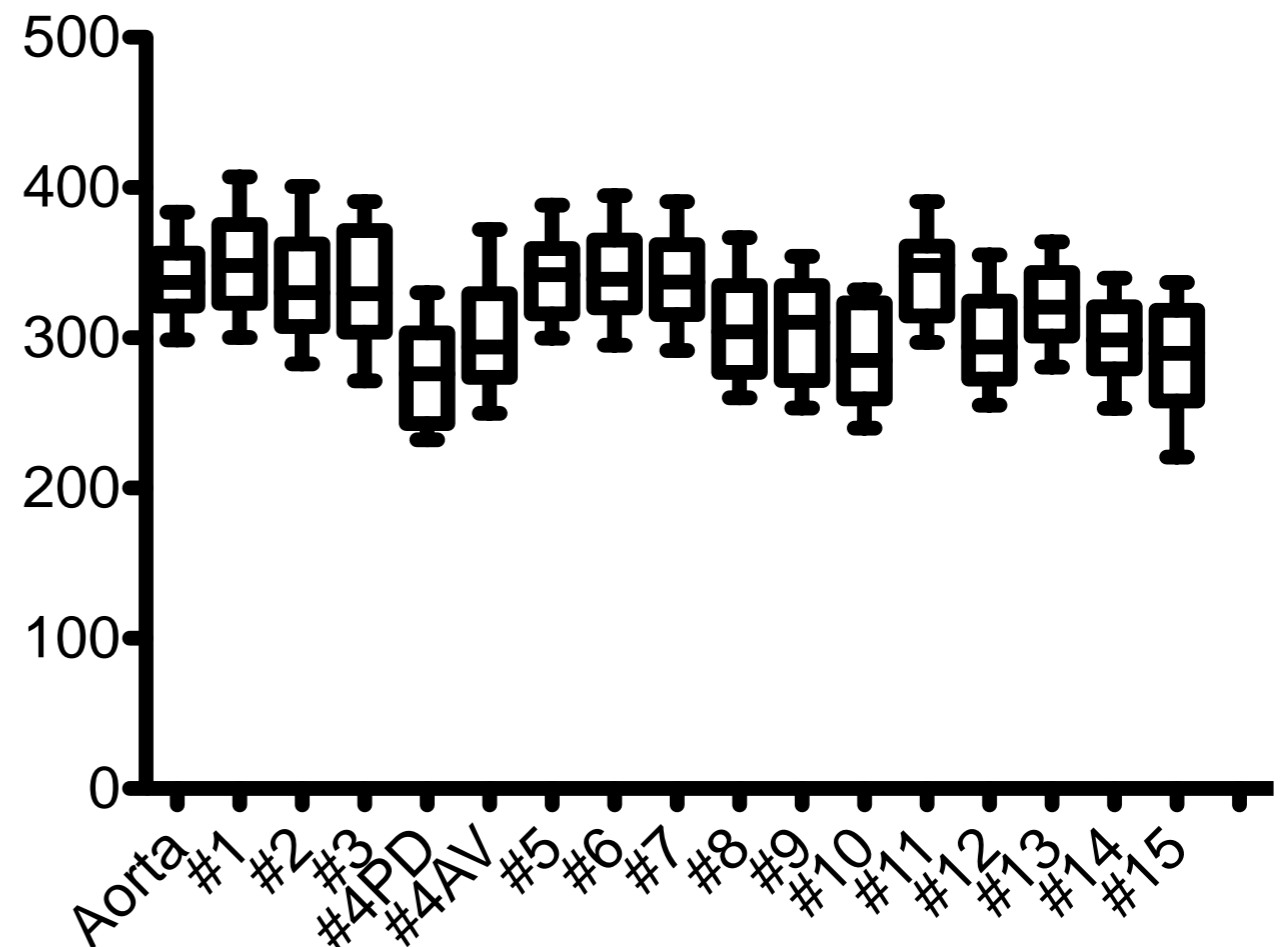


# KIDO: keep fixed intensity of double opacities

## DSCT



## Brilliance64



# 冠動脈(心臓)CTのための SCCTガイドライン

- I : 検査のためのガイドライン
- II : 読影および報告のためのガイドライン



# SCCT

SOCIETY CARDIOVASCULAR  
COMPUTED TOMOGRAPHY





図 1

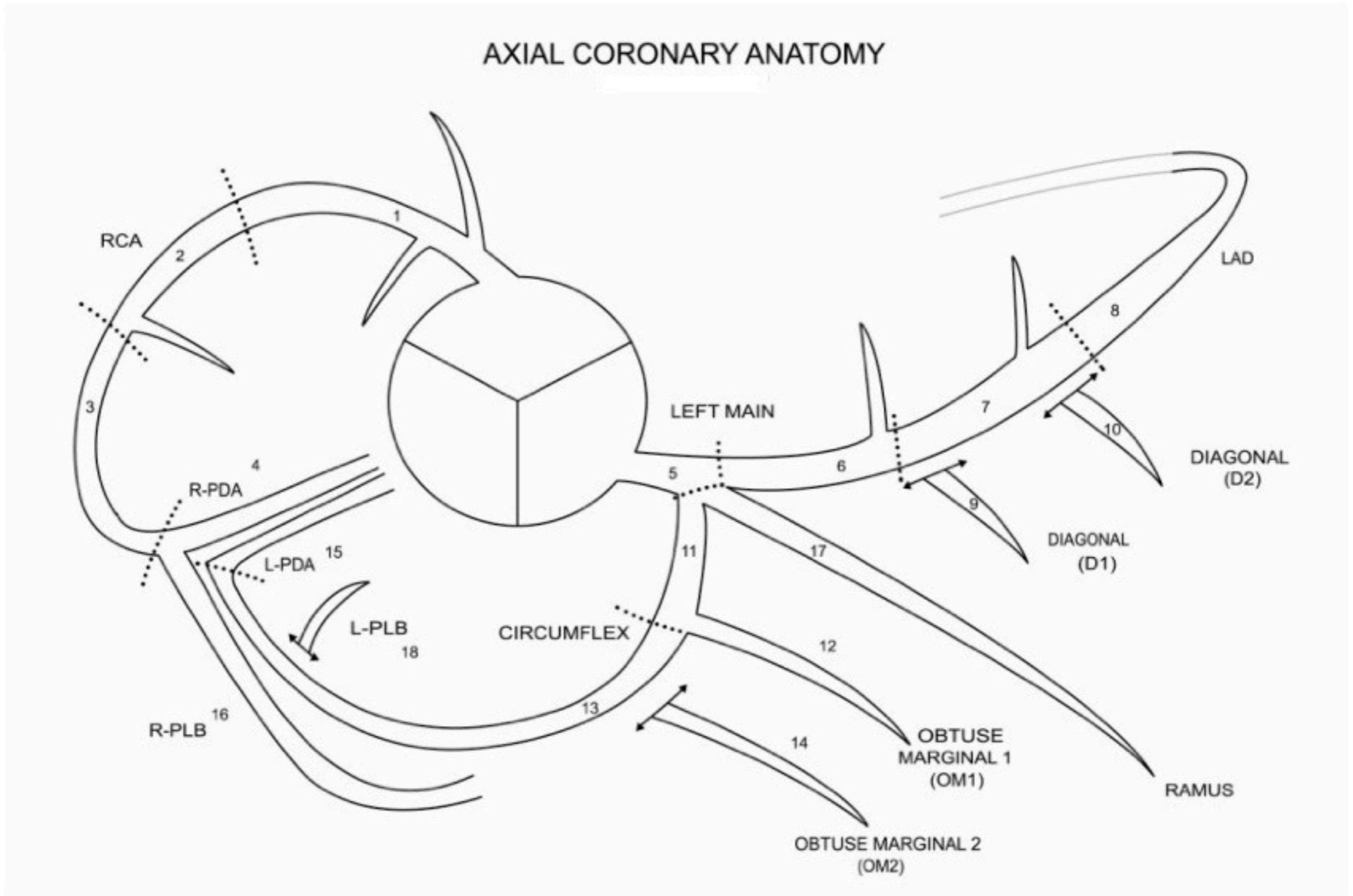


図 1

区域	略語	解説
RCA 近位部	pRCA	右冠動脈 (RCA) 入口部から心臓鋭縁部に達するまでの 2 等分点まで
RCA 中間部	mRCA	RCA 近位部終末部から心臓の心臓鋭縁部まで
RCA 遠位部	dRCA	RCA 中間部終末部から後下行枝 (PDA) 起始部まで
PDA-RCA	R-PDA	RCA から PDA にかけて
PLB-RCA	R-PLB	RCA から後外側枝 (PLB) にかけて
LM	LM	左主幹部 (LM) 入口部から左前下行枝 (LAD) と左回旋枝 (LCx) の分岐部まで
LAD 近位部	pLAD	左主幹部の終末部から大きな第 1 中隔枝または第 1 対角枝 (D1) のいずれか近位側にある血管まで
LAD 中間部	mLAD	左前下行枝近位部の終末部から心尖部に達するまでの 2 等分点まで
第 1 対角枝	D1	1 本目の対角枝 D1
第 2 対角枝	D2	2 本目の対角枝 D2
LCx 近位部	pCx	LM 終末部から第 1 鈍角枝 (OM1) 起始部まで
OM1	OM1	左室側壁を還流する第 1 鈍角枝 OM1
LCx 中間部および遠位部	LCx	第 1 鈍角縁枝の遠位から同枝の終末部または左後下行枝 (L-PDA) 起始部までの房室間溝を走行する部
OM2	OM2	2 本目の鈍角縁枝 OM2
PDA-LCx	L-PDA	LCx から PDA にかけて
中間枝	RI	3 分岐の場合には、左主幹部から起始する左前下行枝と左回旋枝の間の血管
PLB-L	L-PLB	LCx から PLB にかけて

破線は右冠動脈、左前下行枝および左回旋枝と後左室枝 (LMPLB = PLV) との境界を示している。D3、R-PDA2、SVG (大伏在静脈グラフ) mLAD 等、その他の名称を追加することもある。



換表示法 (curved multiplanar reformation: cMPR, CPR) およびボリュームレンダリング法 (volume-rendering technique: VRT, VR) がある。

### 二次元水平断像

水平断像は後処理による歪みや誤差がなく、高分解能である点で優れるが<sup>35,36</sup>、解剖学的関係を頭の中で三次元再構成しなくてはならない。血管内腔と石灰化プラークを区別し、血管壁内の非石灰化プラークと周囲間質を区別するために、ウィンドウレベルおよびウィンドウ幅の適切な設定が不可欠である<sup>37-39</sup>。

### 多断面変換表示法 (MPR)

MPR は取得したボリュームデータからあらゆる角度の平面像を表示することができるため、横断面だけでなく直交断面 (冠状断面および矢状断面) や斜断面の表示が可能である。これらの手法は、プラークの形態ならびに内腔や周囲血管壁へのプラークの影響を知る上で有用となる<sup>32,36</sup>。



### 曲面変換表示法 (cMPR, CPR)

蛇行する血管の走行状態を、長い距離にわたり追跡することができる<sup>40,41</sup>。cMPRは血管全体の走行を1枚の画像で捉えることができる利点がある一方、血管芯線を正確に捉えられねば病変と紛らわしいアーチファクトが発生する危険性がある。

### 最大値投影法 (MIP)

MIPは一般に血管内腔と血管壁を併せた全体の径を含むよう選択した厚みを持ち(冠動脈の評価では5mmが最初の厚みとして一般的)、各ピクセルはスラブ内の最大ピクセル値によって表される<sup>37</sup>。血管走行を比較的長く描出することができ、また画像ノイズは低減される。ただしスラブ内の病変についての情報は消失する<sup>43</sup>。

### ボリュームレンダリング法 (VRT, VR)

VRTも頻用される手法であるが、冠動脈狭窄の評価には有用ではない<sup>41</sup>。VRTは冠動脈奇形や冠動脈バイパスグラフトなどの空間的な位置関係を認識するのに有用である。また心血管系の解剖構造の解析や先天性心疾患、ならびに医学教育や患者説明にも有用である。

Table 2 推奨される画像処理

水平断像	推奨
MPR	推奨
MIP	推奨
cMPR	任意
VRT	推奨せず

## 狭窄重症度の定性的評価

### 〈推奨される定性的狭窄グレード分類〉

---

- 0 (正常) : プラーク、内腔狭窄ともに認めない
  - 1 (軽微) : プラークを認めるも、内腔への影響はほとんどなし
  - 2 (軽度) : プラークを認めるも、血流を妨げる狭窄なし
  - 3 (中等度) : プラークを認め、血流を妨げる病変の可能性がある
  - 4 (重度) : プラークを認め、血流を妨げる病変が疑われる
  - 5 (閉塞)
- 

### 〈推奨されている定量的狭窄グレード分類〉

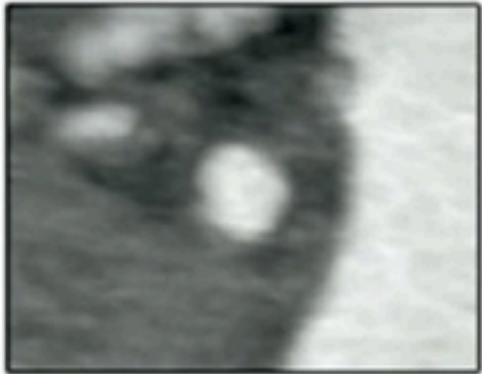
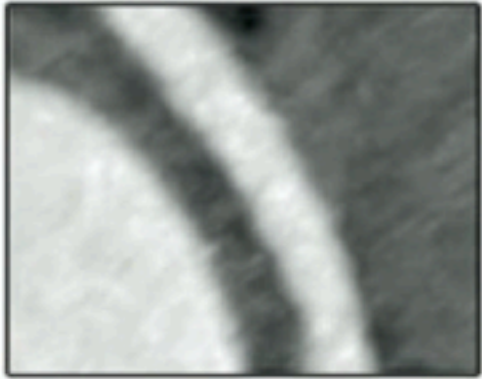
---

- 0 (正常) : プラーク、内腔狭窄ともに認めない
  - 1 (軽微) : 25%未満の狭窄を伴うプラーク
  - 2 (軽度) : 25~49%の狭窄
  - 3 (中等度) : 50~69%の狭窄
  - 4 (重度) : 70~99%の狭窄
  - 5 (閉塞)
-

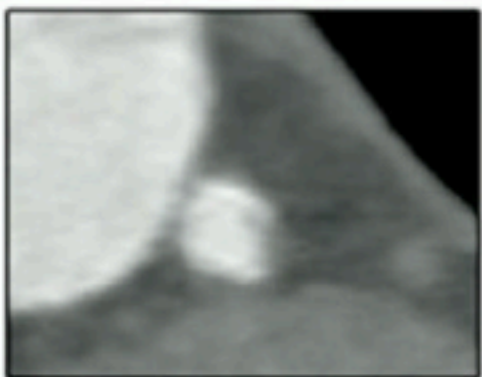


# No or Minimal

## Grade 0 (none)

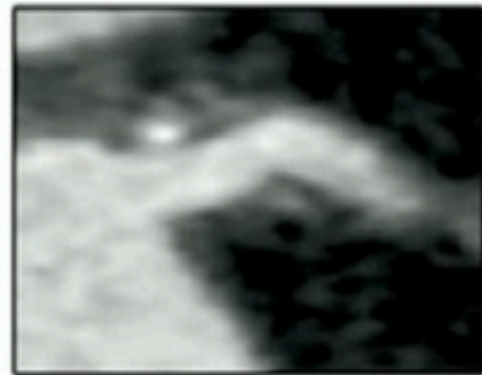


## Grade 1 (1-24%)

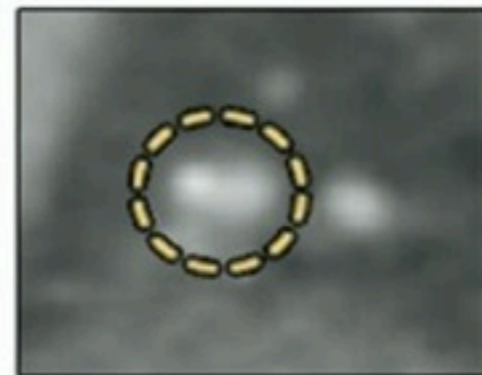
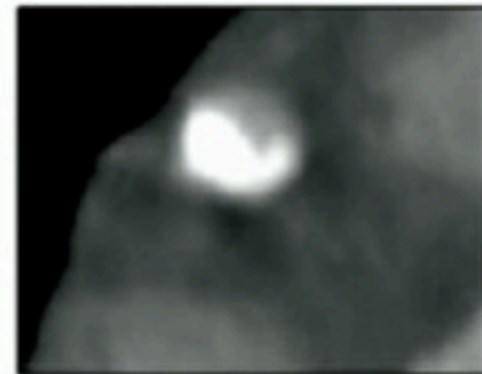
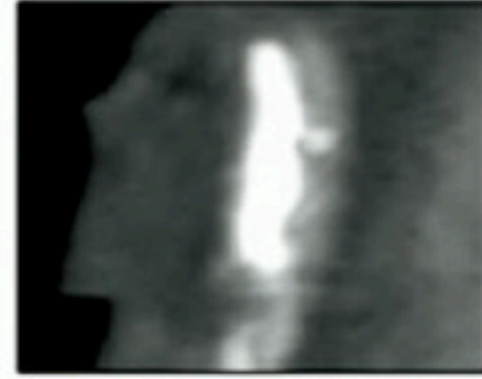


# Intermediate

## Grade 2 (25-49%)

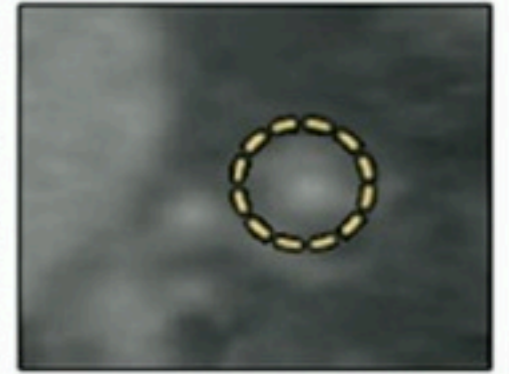
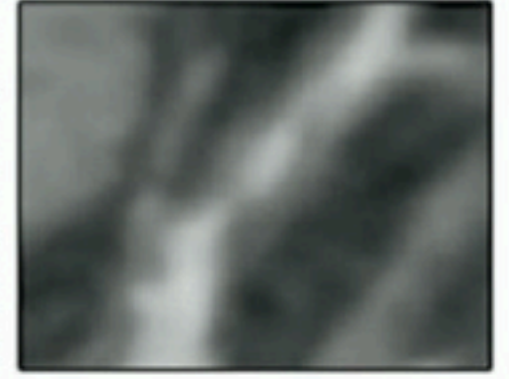


## Grade 3 (50-69%)

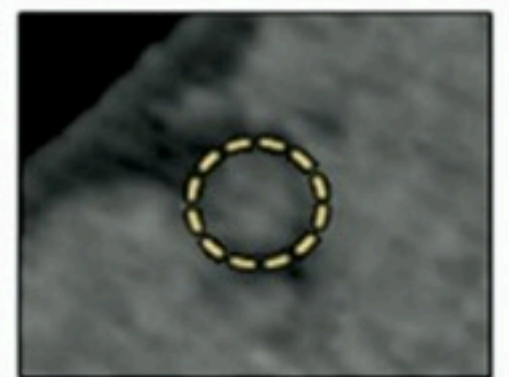
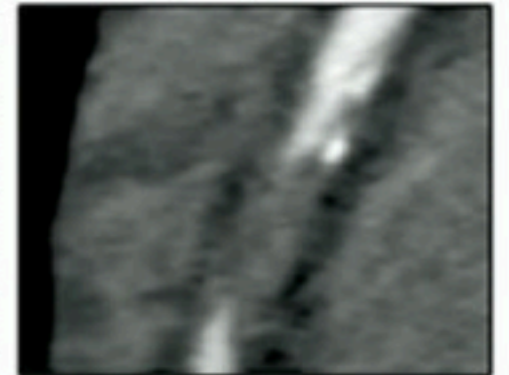


# Severe

## Grade 4 (70-89%)



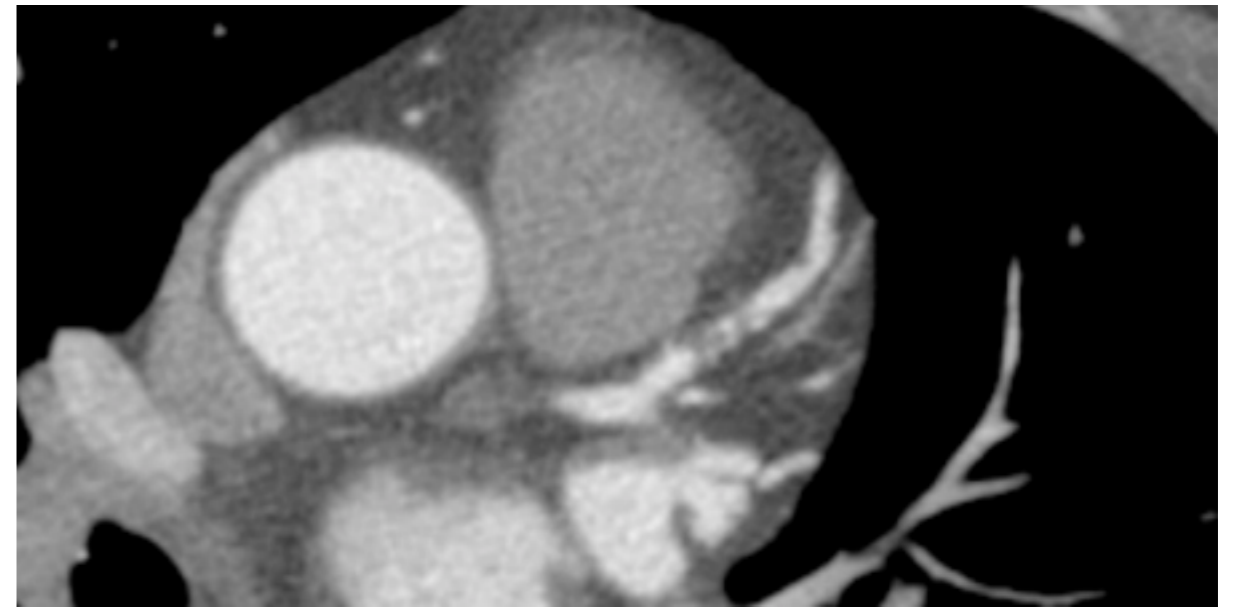
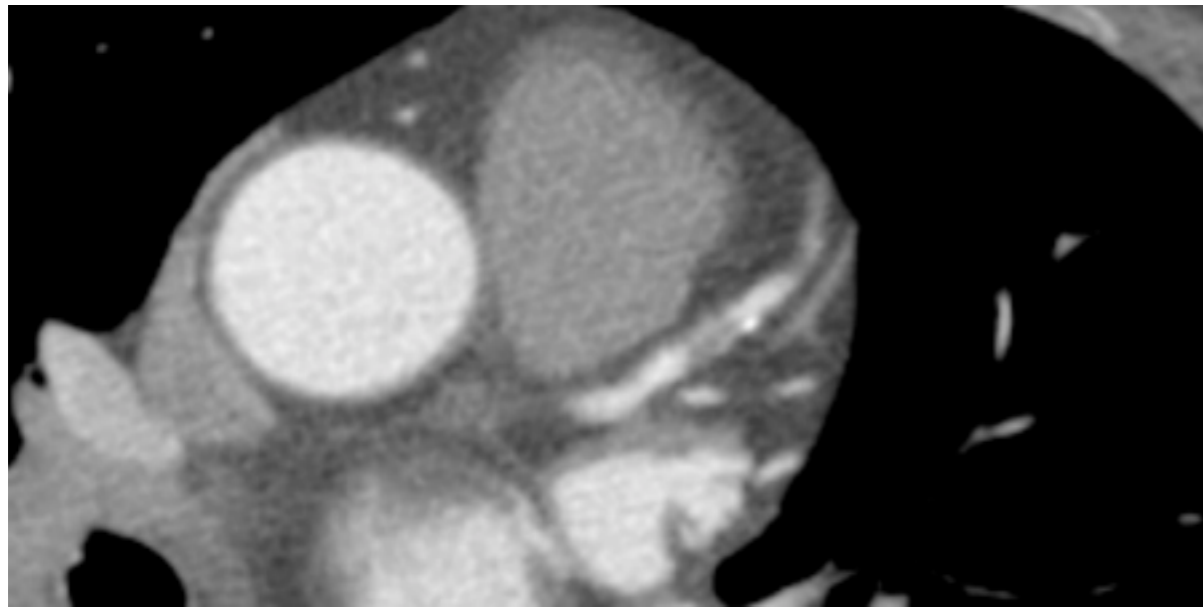
## Grade 5 (90-100%)



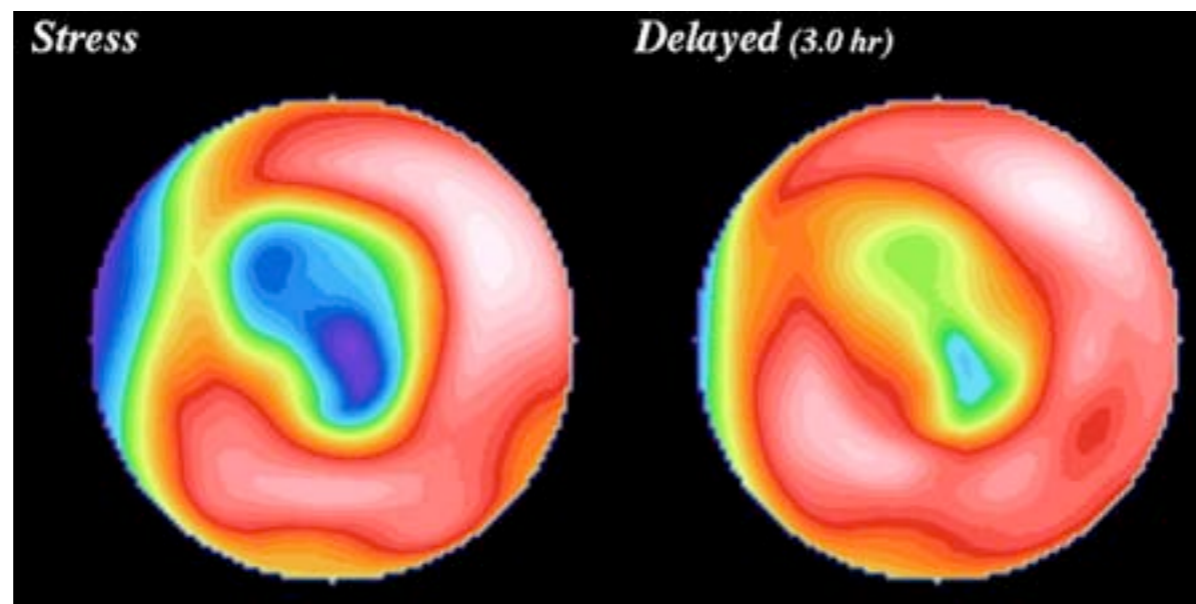
7



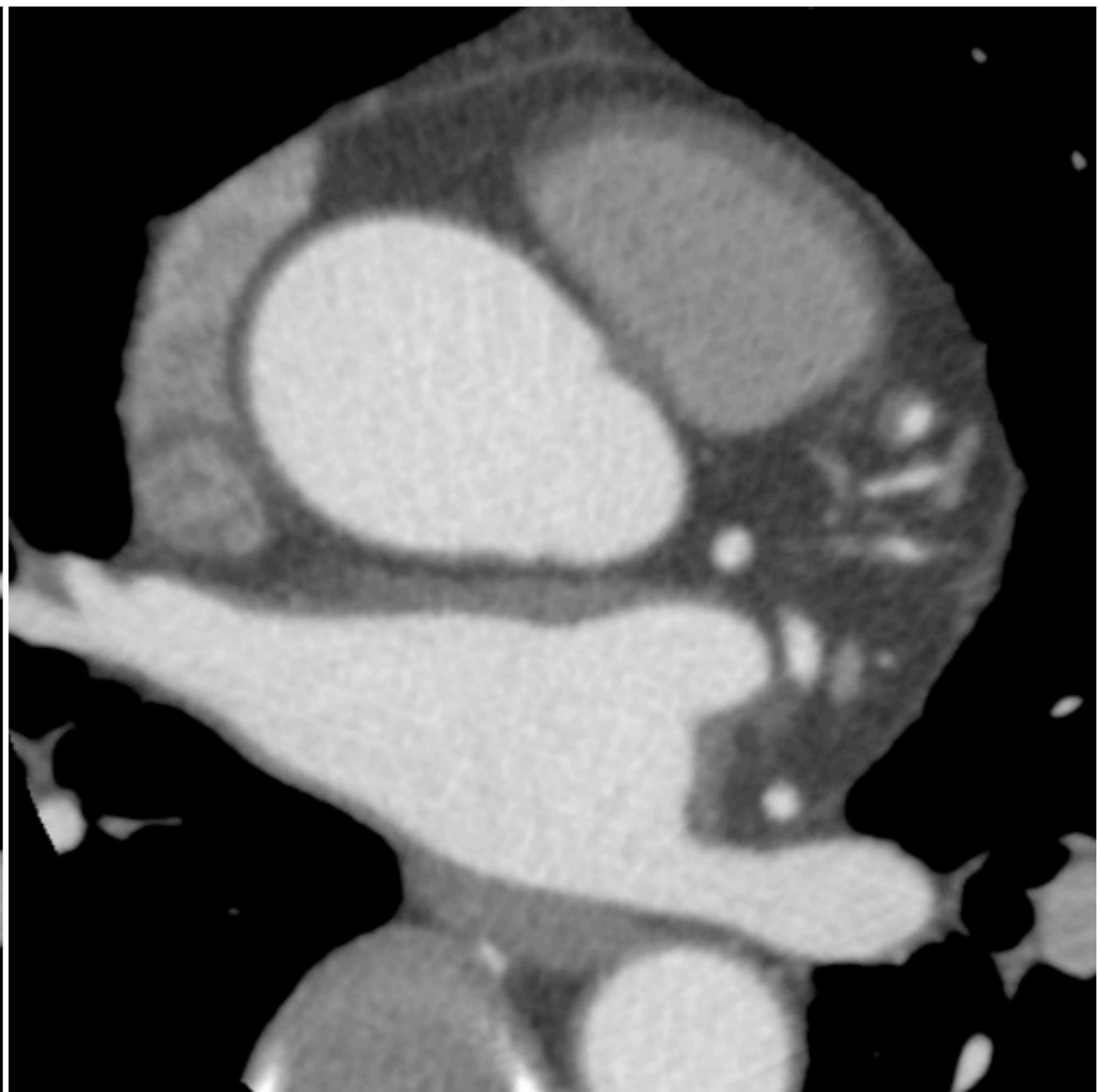
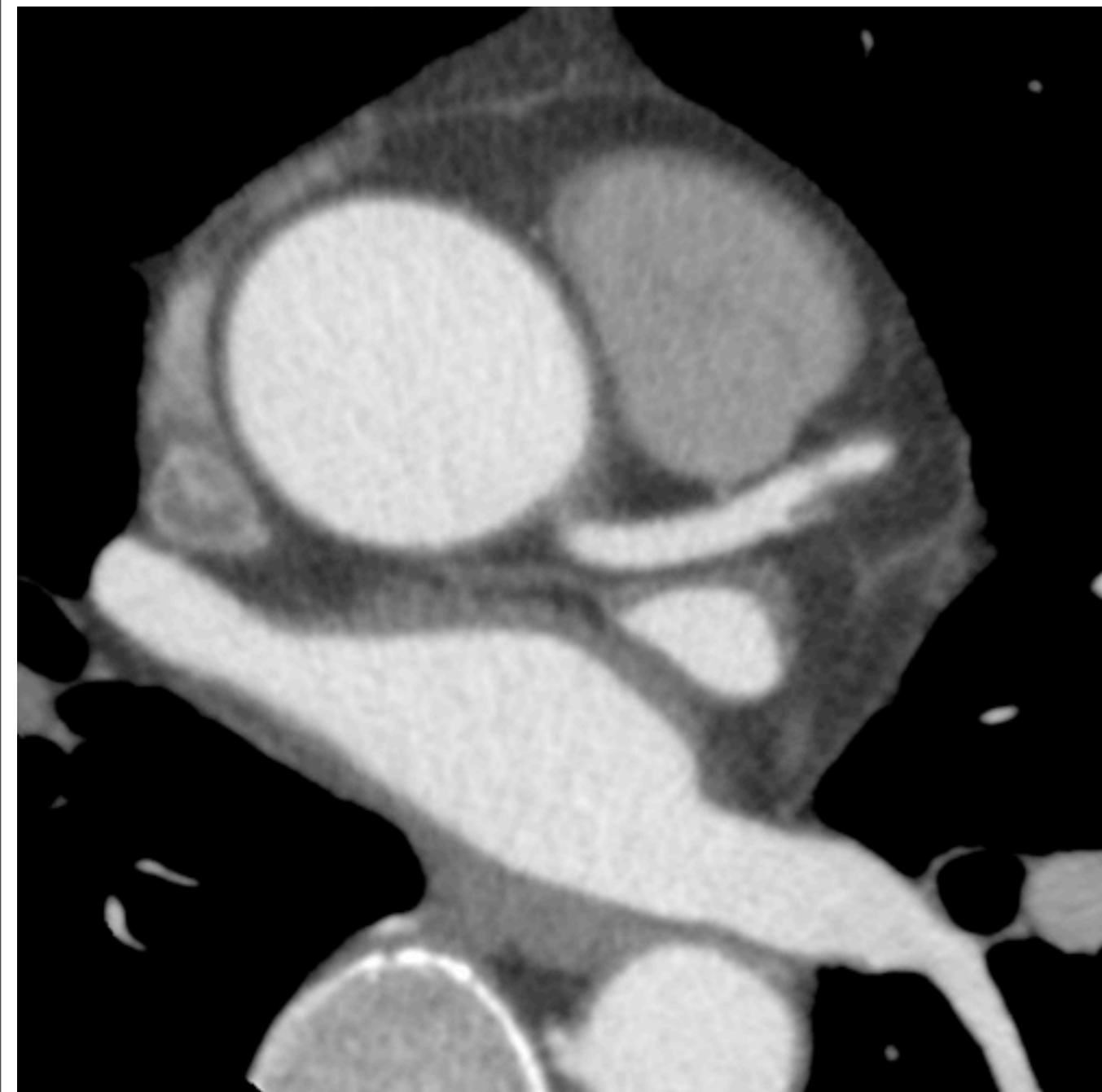
# CCTA



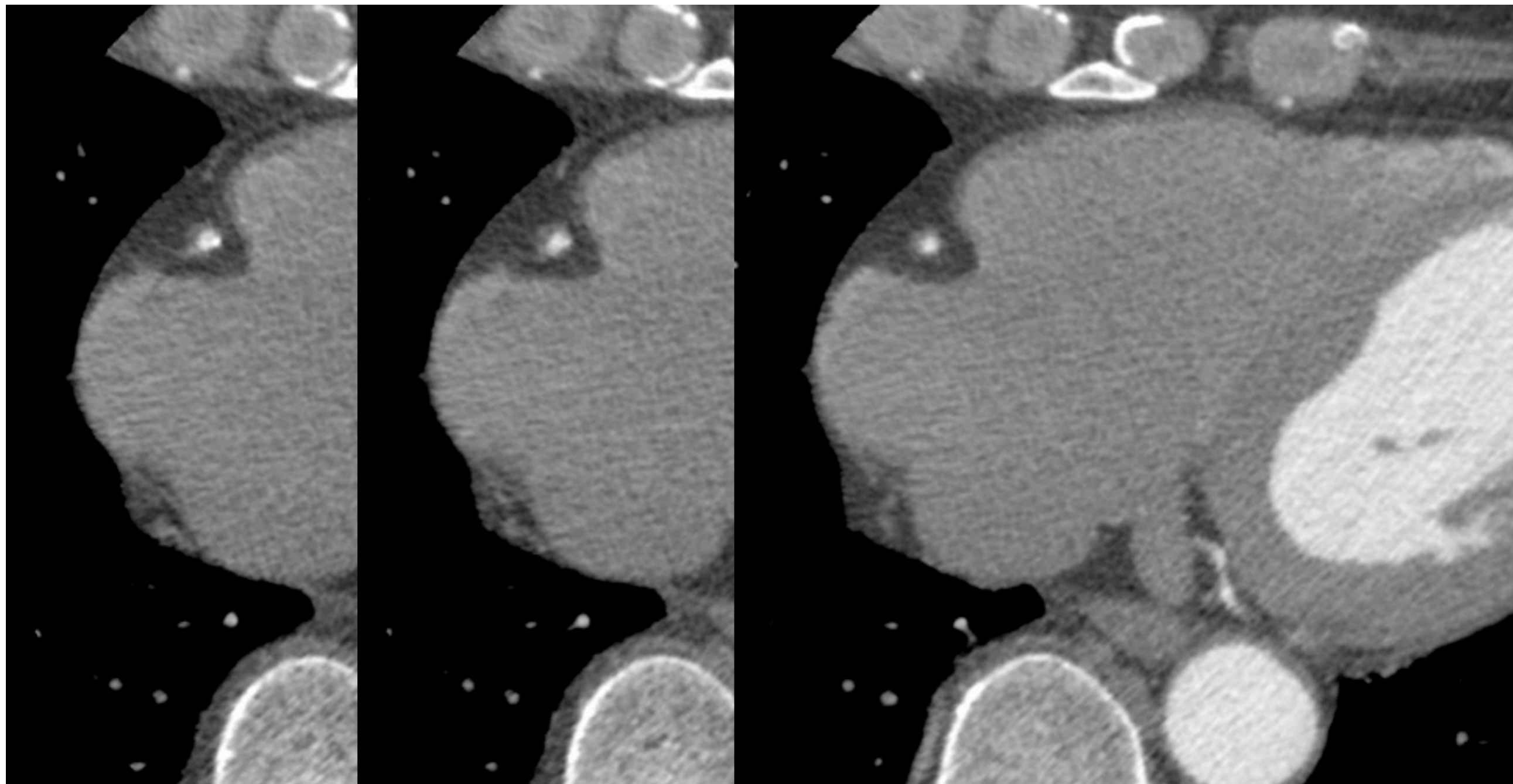
# ATP MPS



# CCTA



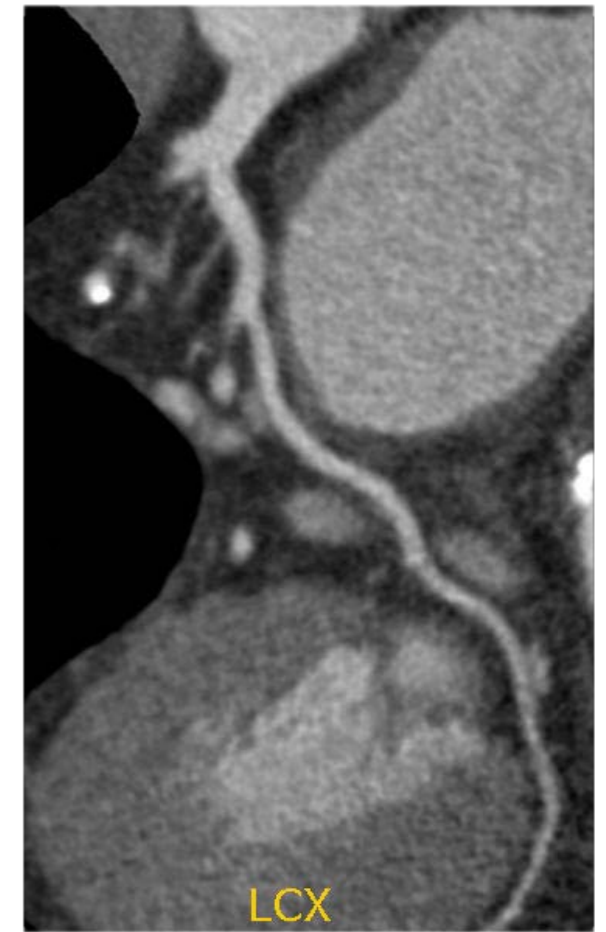
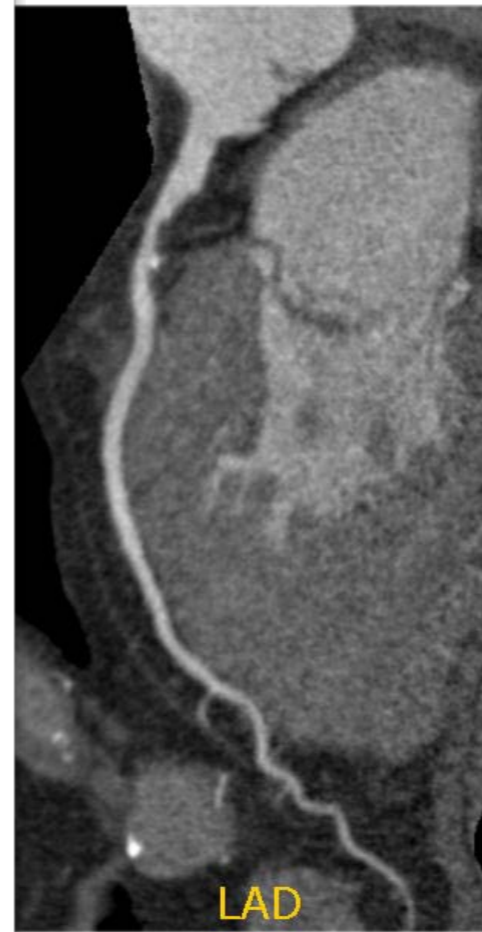
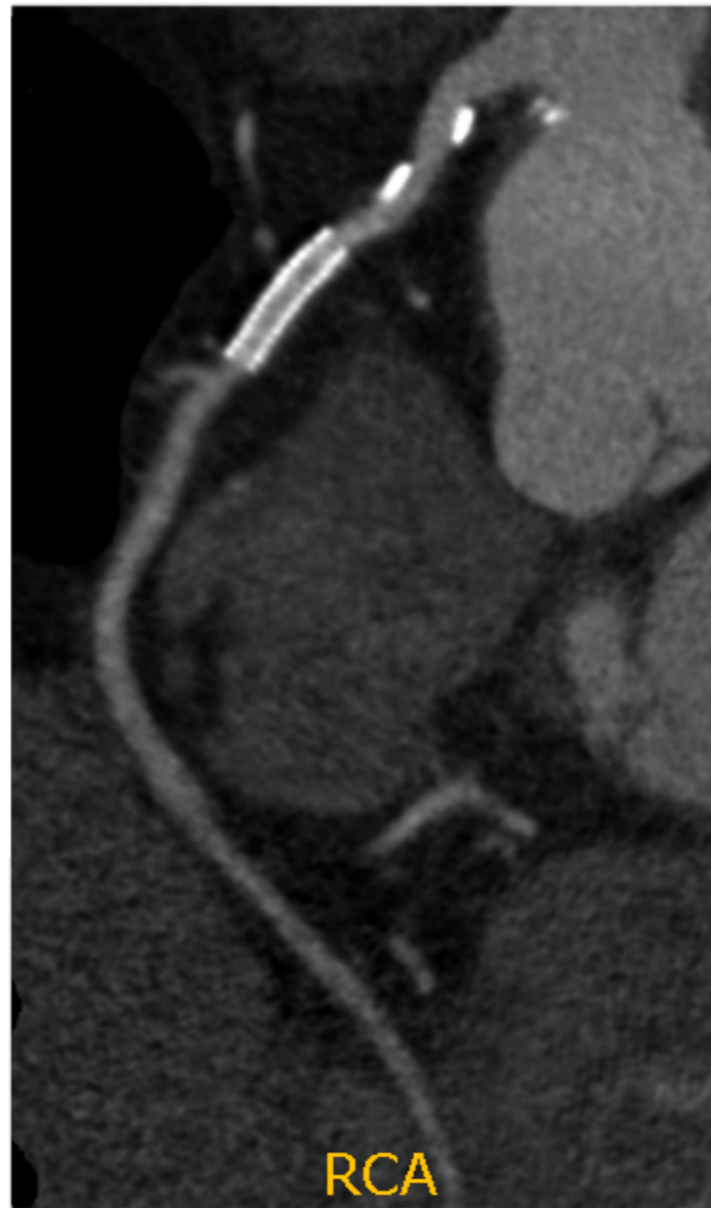
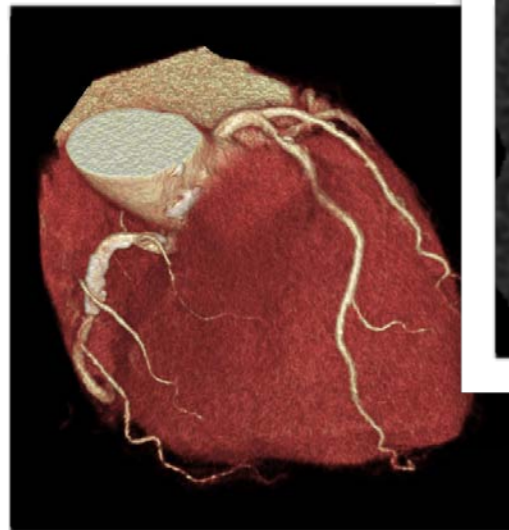
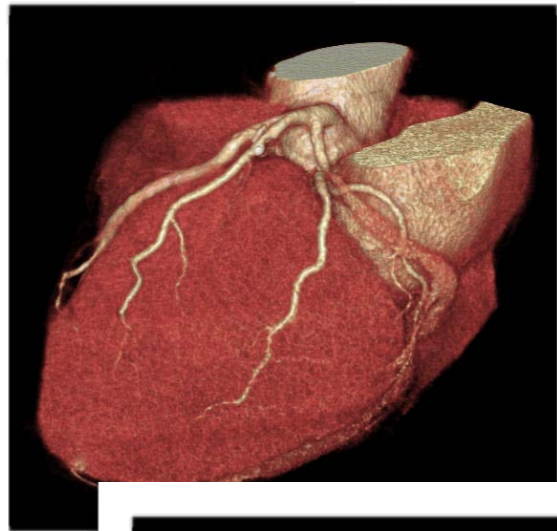
# CCTA







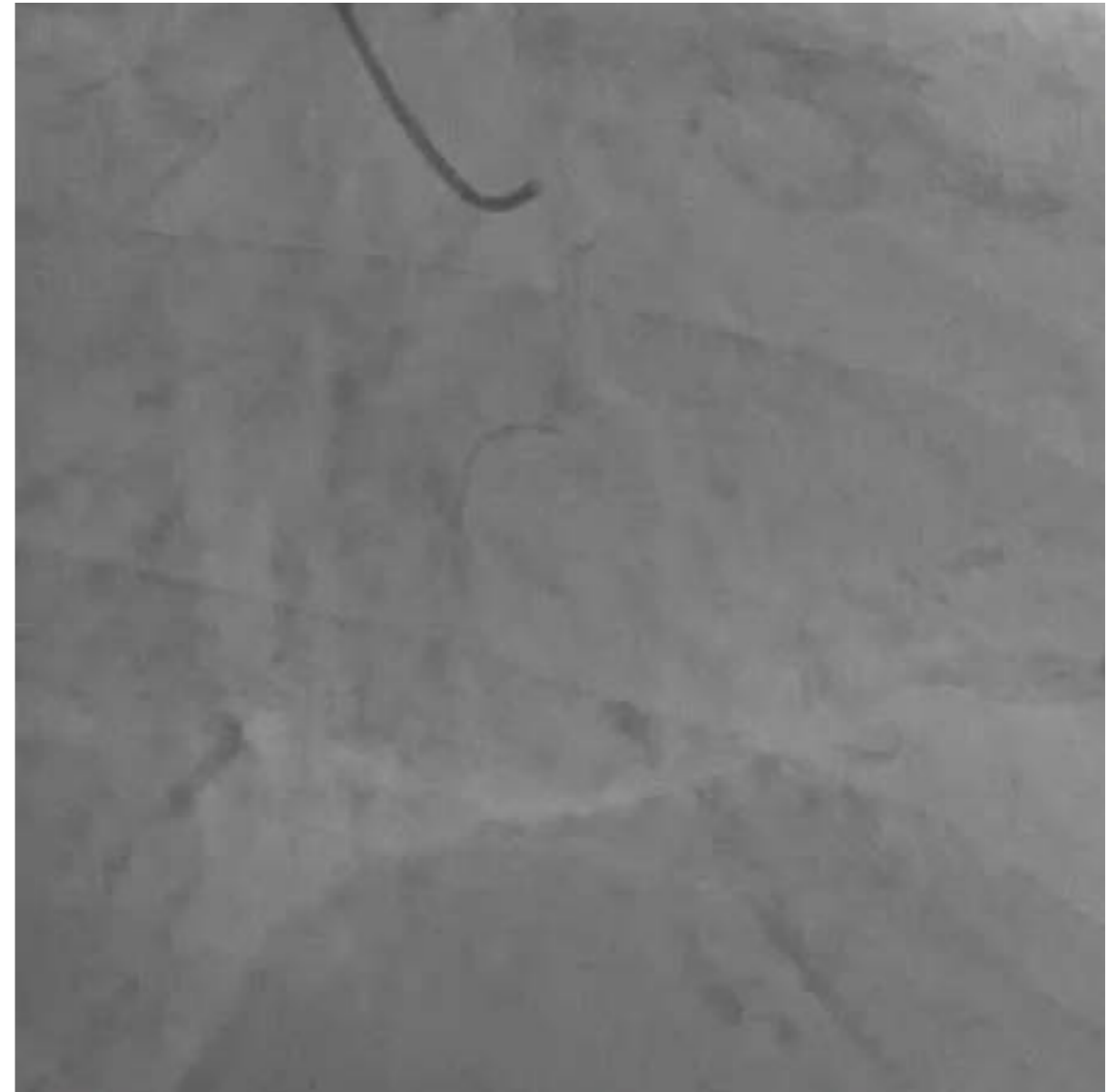
# MDCT CTA



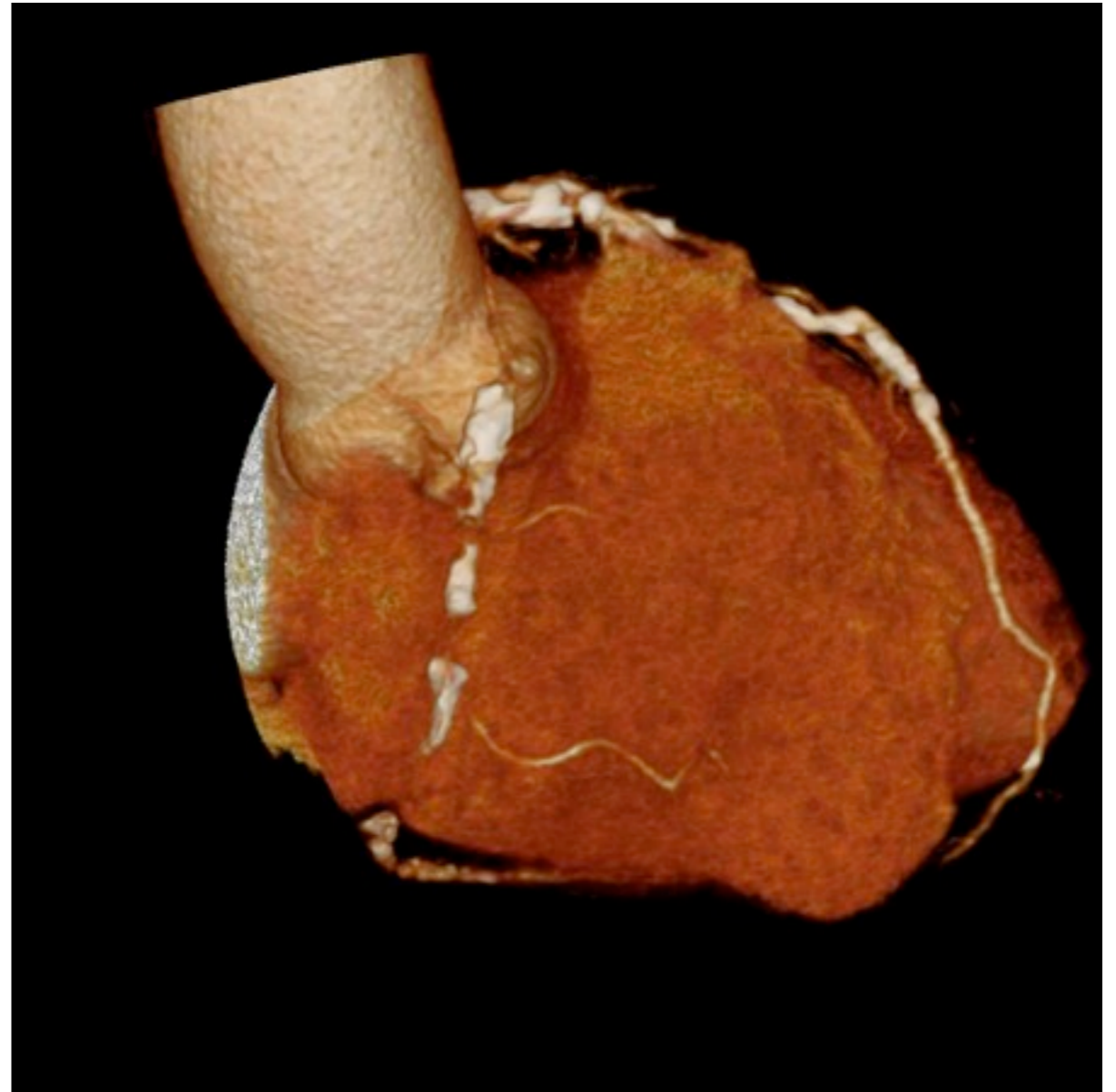
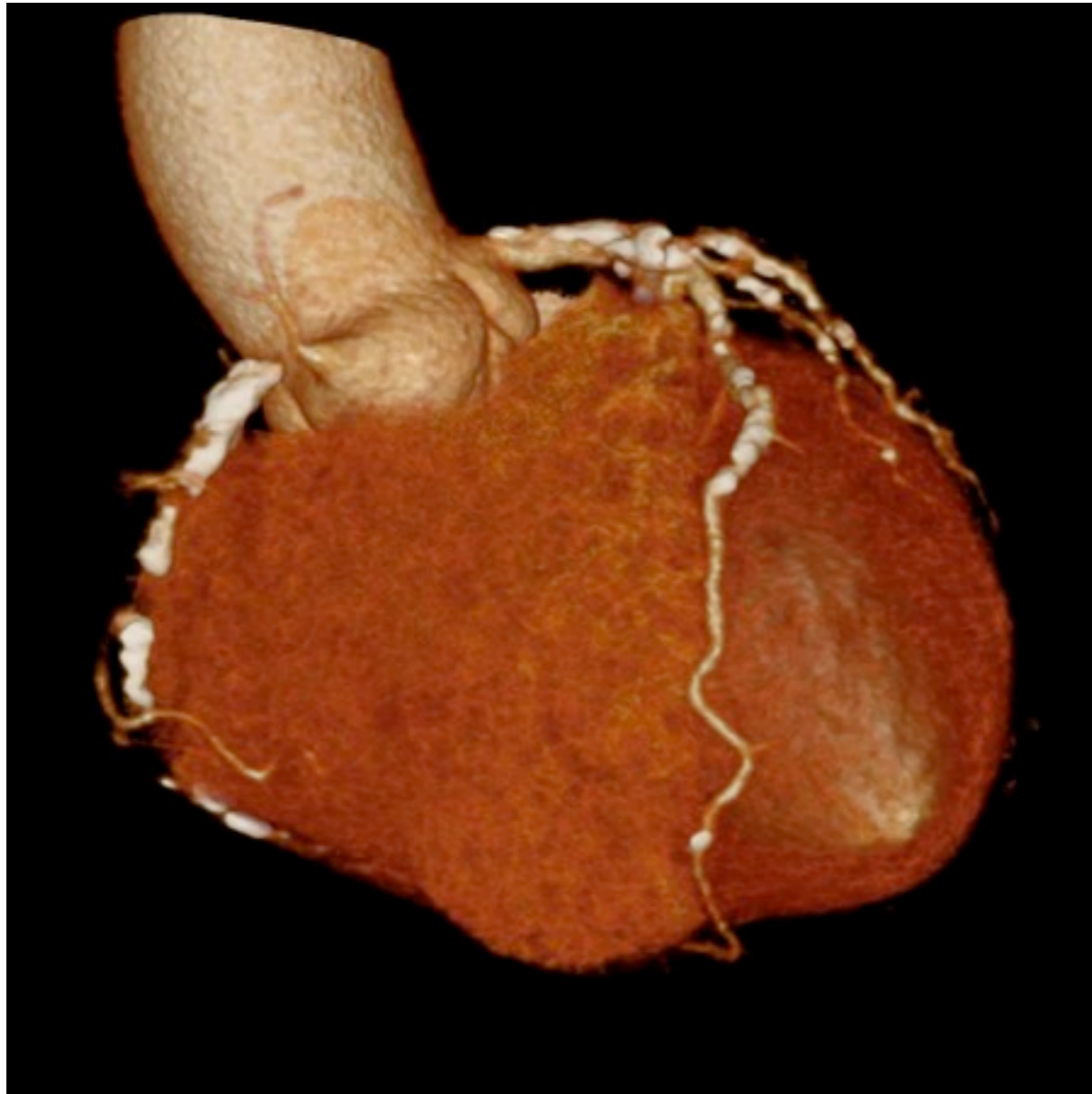
68M OMI

# CTO

---



# CTO





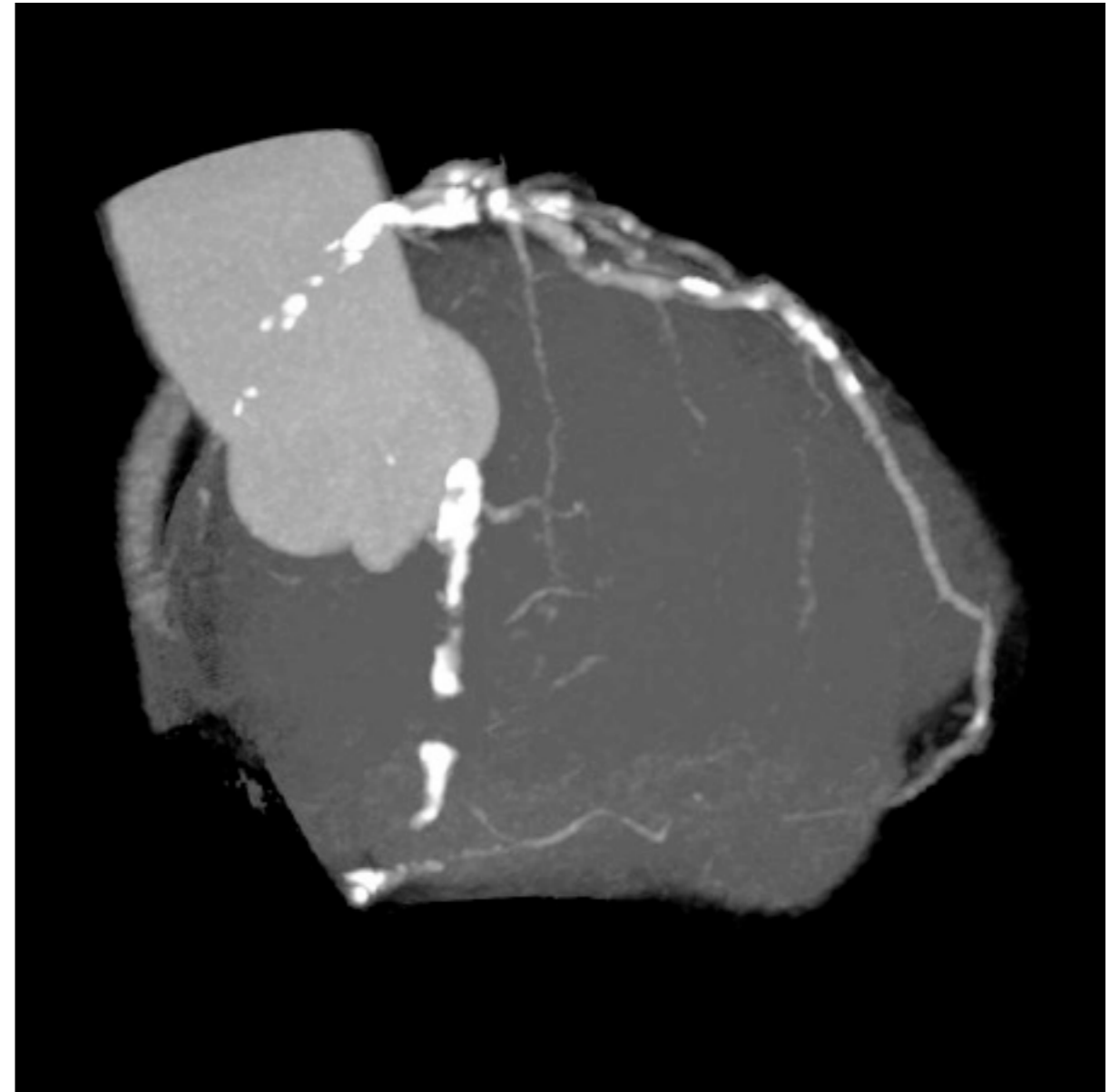
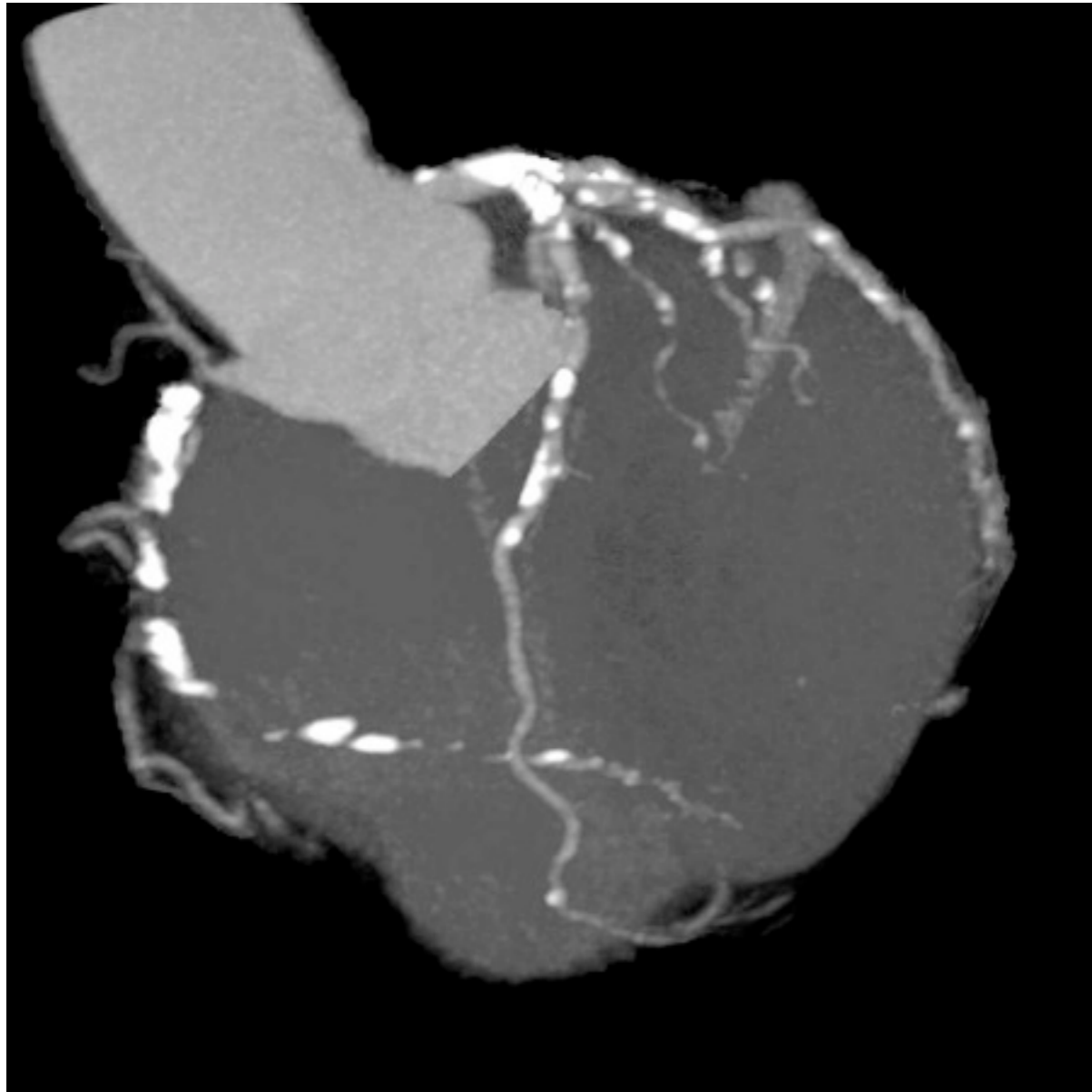


松山ハートセンター  
MATSUYAMA HEART CENTER

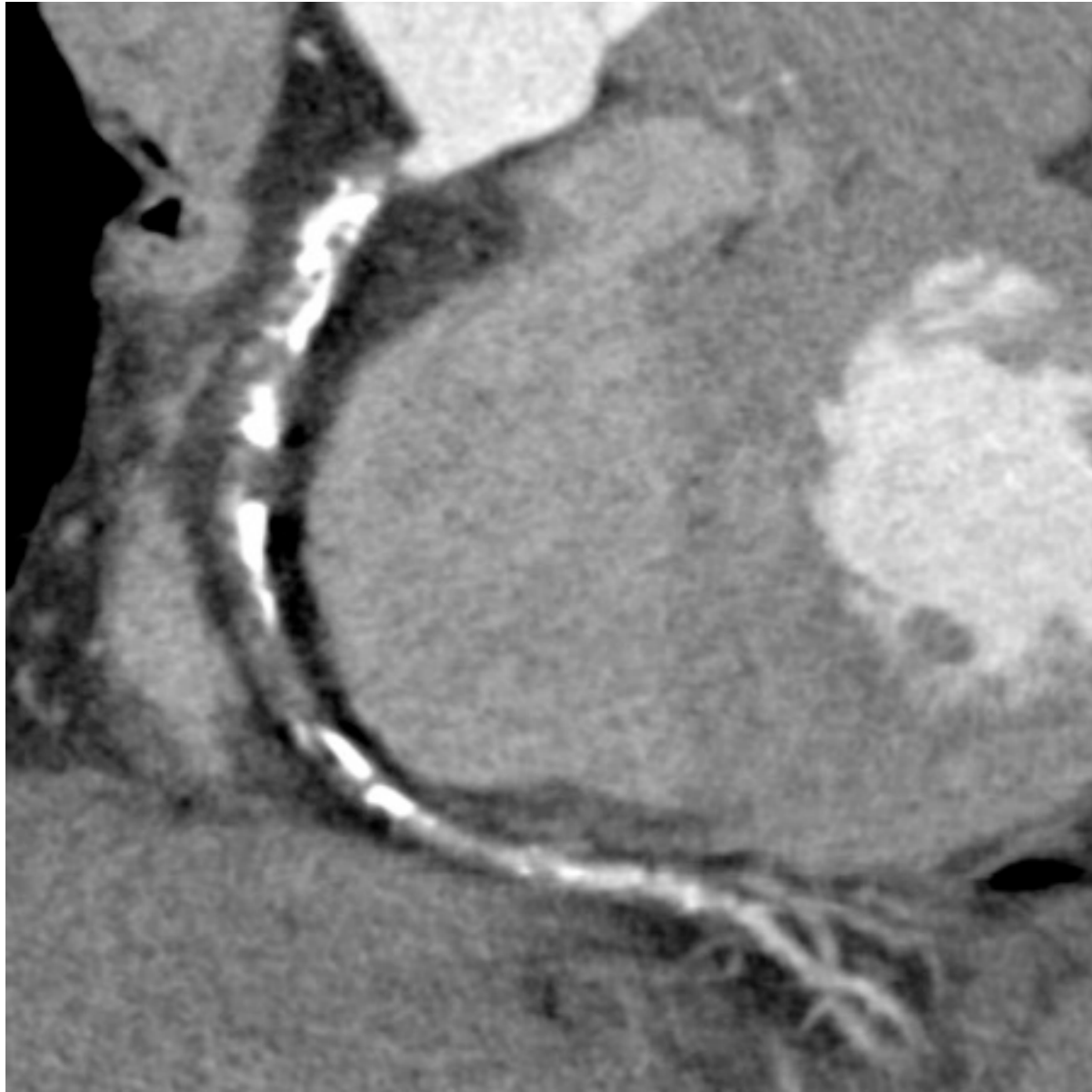
よつば循環器科クリニック  
YOTSUBA CIRCULATION CLINIC

# CTO

---



# CTO



# MDCT

---

- 放射線技師
  - 機器の管理、的確な撮像、ガイドラインに沿った解析、DICOMデータ管理
- 放射線科医
  - 造影法、DICOMデータ管理と読影、ガイドラインに沿った解析と読影
- 循環器内科医
  - PCIなどの治療に対応した解析と読影