

2012年2月4日 第57回北陸循環器核医学研究会 一般演題 金沢

# 当院での心臓CTと負荷心筋シンチ のfused imageの臨床経験

富山県済生会富山病院

内科 井内和幸 野々村 誠 能登貴久 福田信之 稲尾杏子

放射線科 二谷立介

放射線技術科 松井幹夫 五十嵐 進 野崎春奈 平野貴大

高橋亮次

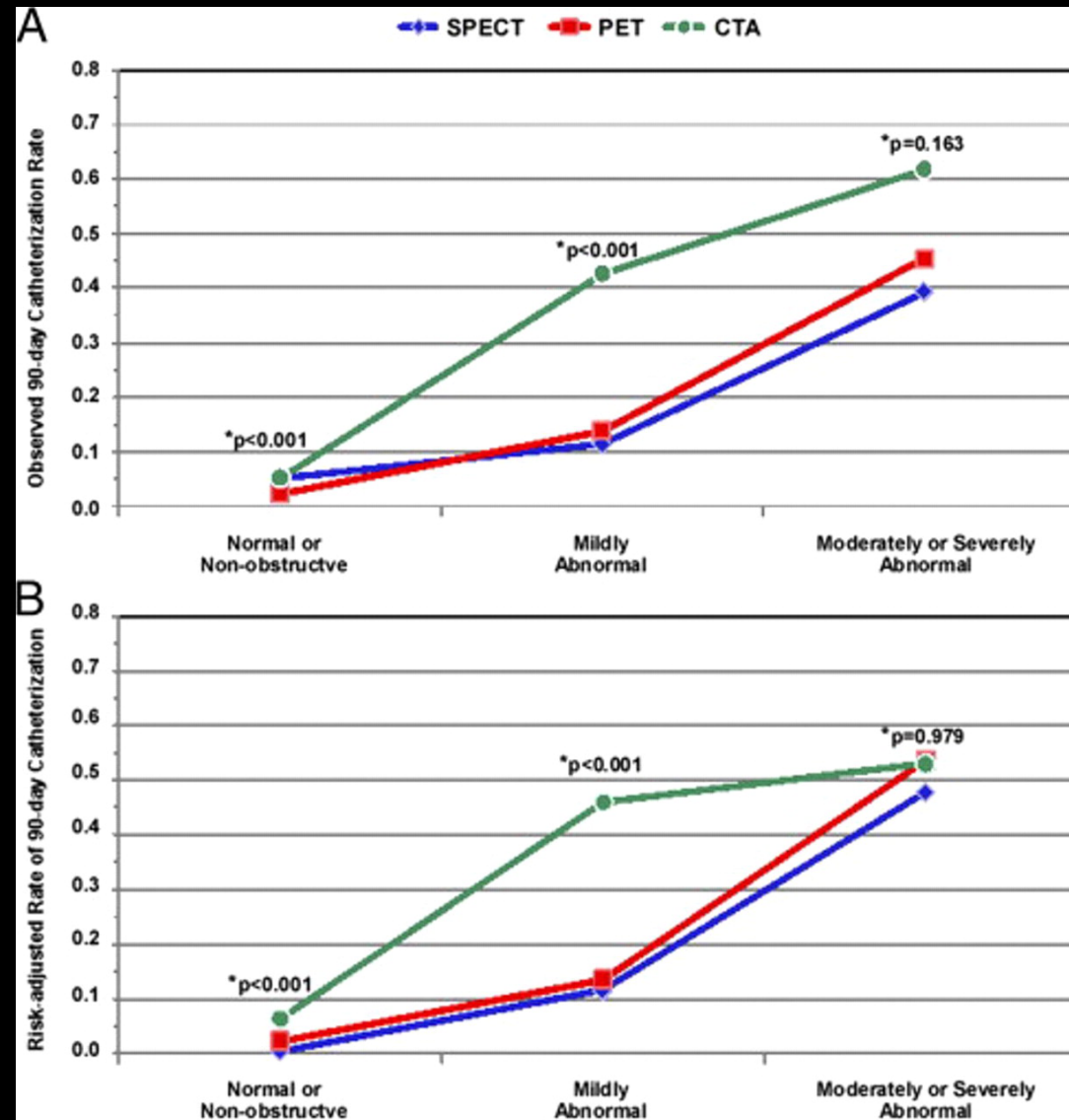
# はじめに

- 画像診断は医療者にとっても患者さん、家族にとっても理解しやすいことが重要である

# はじめに

- 冠動脈の虚血評価法として高機能の多列CTによる心臓CT検査が近年、広く行われている。冠動脈造影検査と同じく、解剖学的な冠動脈狭窄の程度が低侵襲的に判定できる以外に、冠動脈壁の情報、特にプラークの性状と広がり医療者側だけでなく、患者さんにも提供できるようになった
- しかし、冠動脈壁の石灰化、ステントや頻脈、不整脈により心臓CTの診断価値が低下する事をたびたび経験する
- また、心臓CT施行により従来から行っている冠動脈造影検査が減ったかというところ———

# 非侵襲的心臓イメージング検査後の 心臓カテーテル検査施行



Hachamovitch, R. et al. J Am Coll Cardiol 2012;59:462-474

# はじめに

- 従来から行われている負荷心筋シンチは非侵襲的で、多くのエビデンスを持ち、有用な検査法であるが、患者さんには解りにくく、コストの面、検査時間などに難点がある
- では、この2つの検査法を合わせるFused image法はそれぞれの利点を活かし、かつ欠点をカバーし合えるのか？

# 目的

- この2つの検査法を合わせるFused image法はそれぞれの利点を活かし、かつ欠点をカバーし合えるのか？
- この点を少数例での経験から検討してみた

# 対象

- 17名 年齢:69±10歳 男性14名 女性3名
- Fused imageの目的

解剖学的/機能的 虚血の判定	CT高度Calc例で の虚血判定	GEAの血流確認	CTOでの閉塞 部の性状と 虚血判定	合計
5	7	3	2	17

- 冠動脈造影は13名に施行した

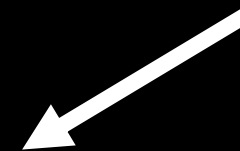
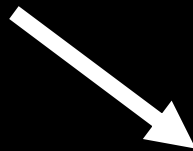
# MDCTとSPECTからFused image作成



64列CT: 東芝Aquilion



SPECT: Siemens Symbia E



Zio Station



Fused image 作成



## T.T 63歳 男性

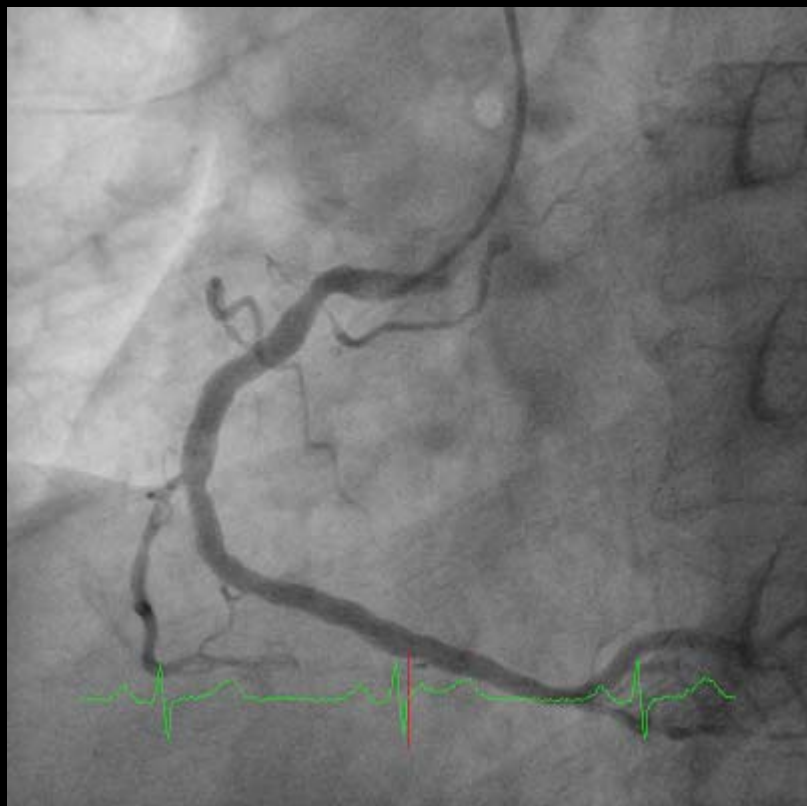
- 2009年6月急性心筋梗塞で入院。緊急CAGで、HL:99%、D1:99%、#8:75%、#13:90%で、責任冠動脈をHLと考え、血管径が細く、保存的にみた。退院後、再び労作時に胸痛を認めるようになった。
- DM(-),高血圧症(-)、脂質異常症(-)

# 心臓CT

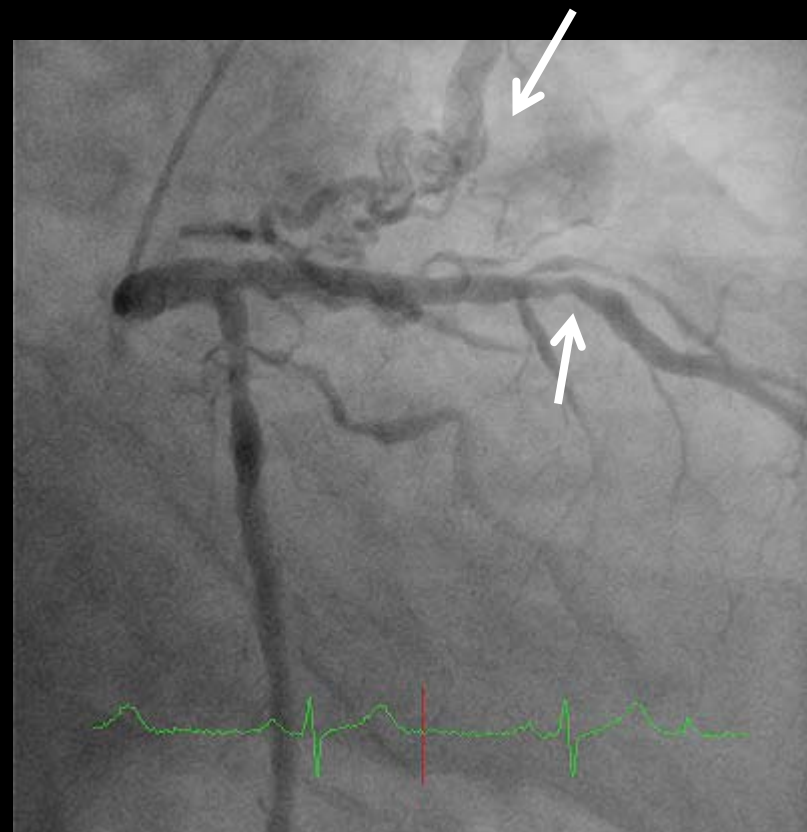


# CAG

冠動脈肺動脈異常交通症



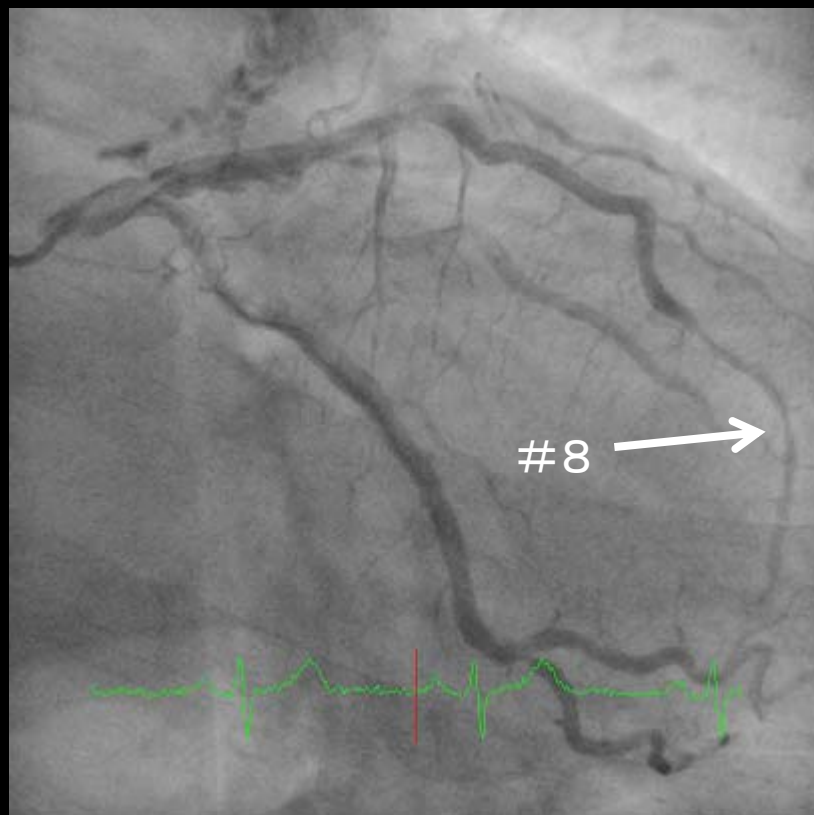
RCA



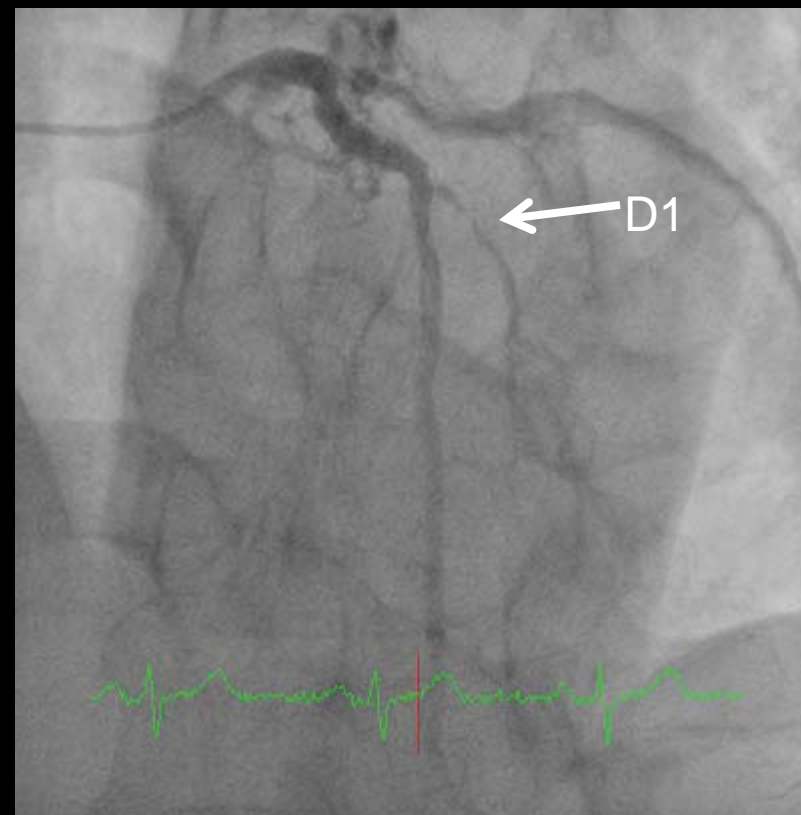
LCA

T.T 63歳

# CAG



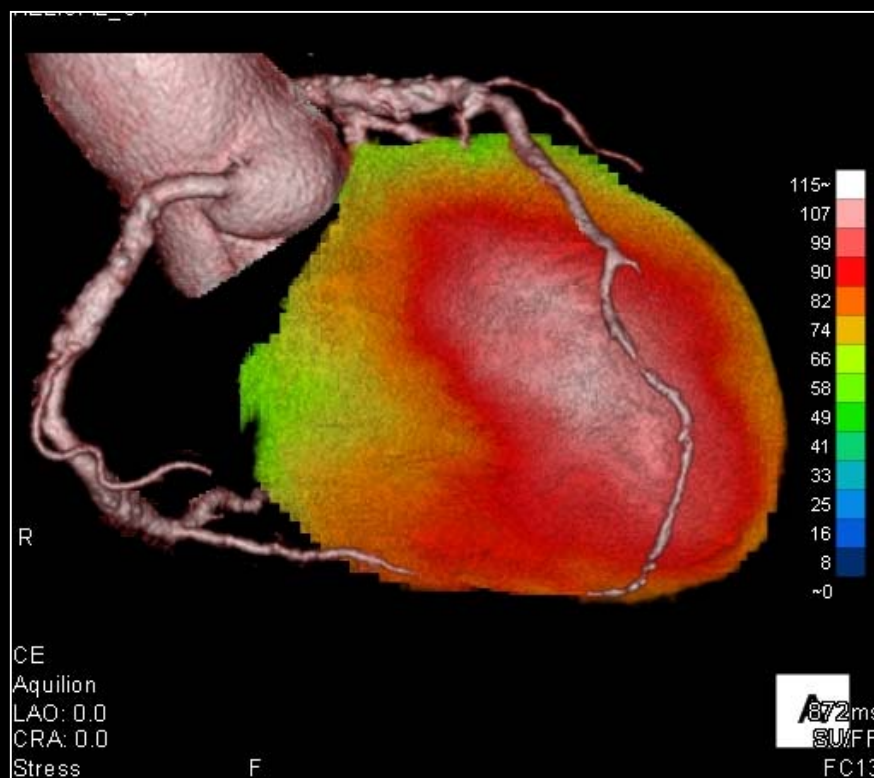
LCA



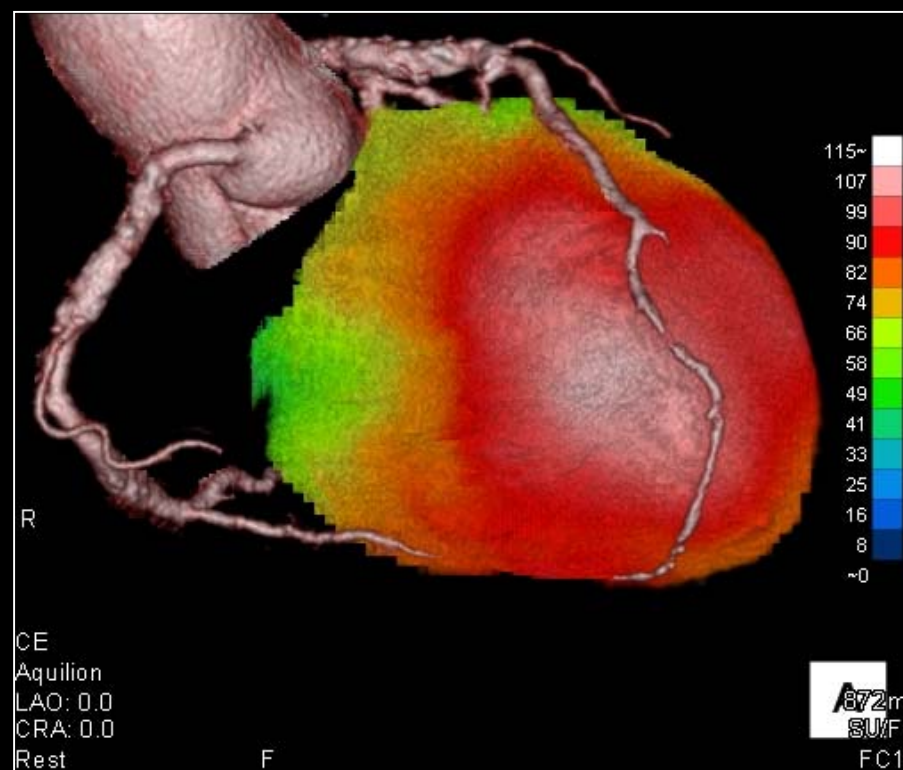
LCA

T.T 63歳

# 心臓CTー運動負荷心筋シンチ



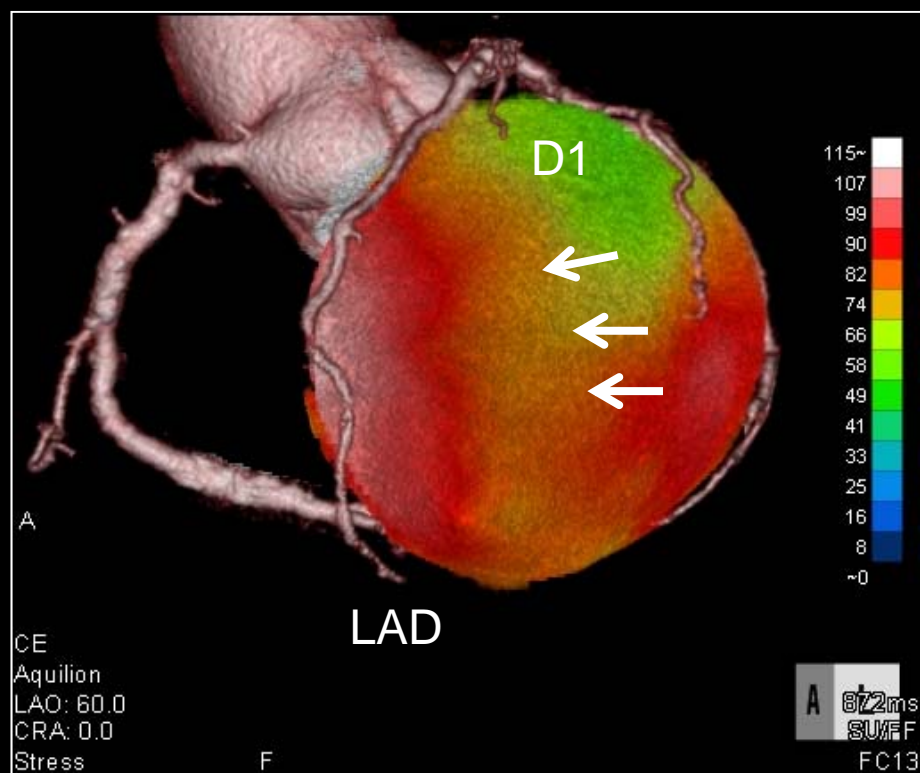
Stress



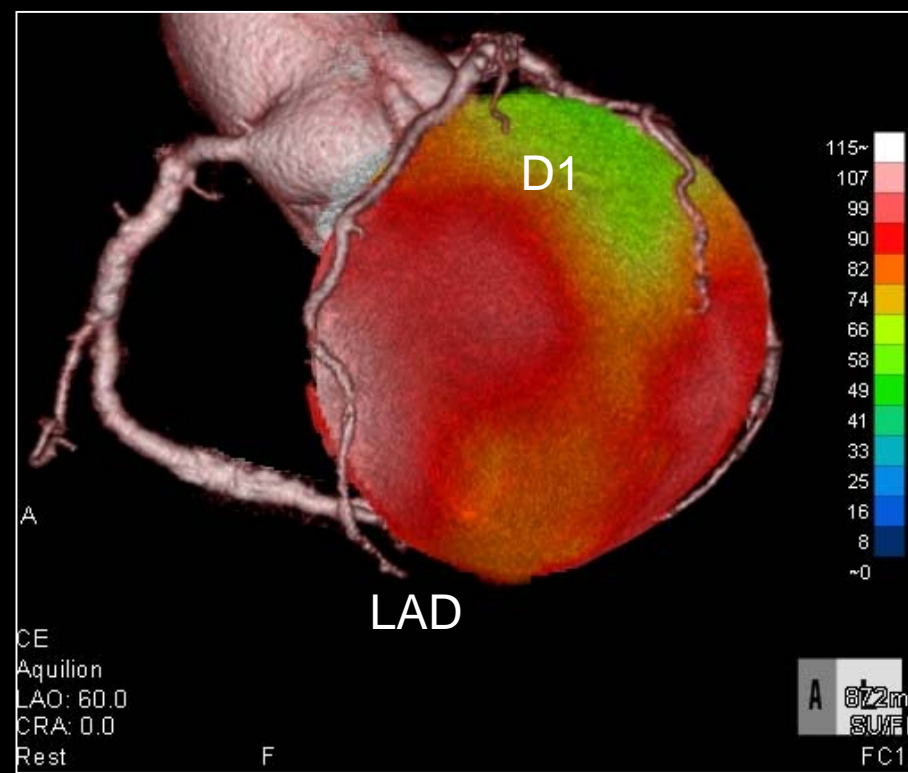
Rest

T.T 63歳

# 心臓CTー運動負荷心筋シンチ



Stress



Rest

T.T 63歳

# T.U 77歳 男性

- 診断名：陳旧性心筋梗塞、狭心症、高血圧症、脂質異常症、耐糖能異常
- 1998年A病院から胸痛精査で紹介。冠動脈造影などから下壁陳旧性心筋梗塞、梗塞後狭心症、LAD,CX病変もありCABG施行した。CABGはLITA-LAD,LITA-Radial A-D1-OM,RGEA-4PD。その後、症状はなかったが、かかりつけ医からその後の虚血の評価のため紹介となる。



# CABGの手術所見

Date of Operation:

Surgeons:

Type of Graft:

Other Cardiac Procedure:

Right

Anterior Descending

Myocardial Bridging ⊕

Obtuse Marginal

Diagonal

Left Main

RA

Circumflex

LITA

SGA

Cardiac Arrest:

None ☒ Electrical ☐ Cardioplegia ☐ Countershock Required ☐

Temperature of Myocardial Perfusate:

Normothermia Moderate Hypothermia (28-35°C)

Deep Hypothermia ( °C)

Temperature of Myocardium: °C

Surface Cardiac Cooling: YES NO

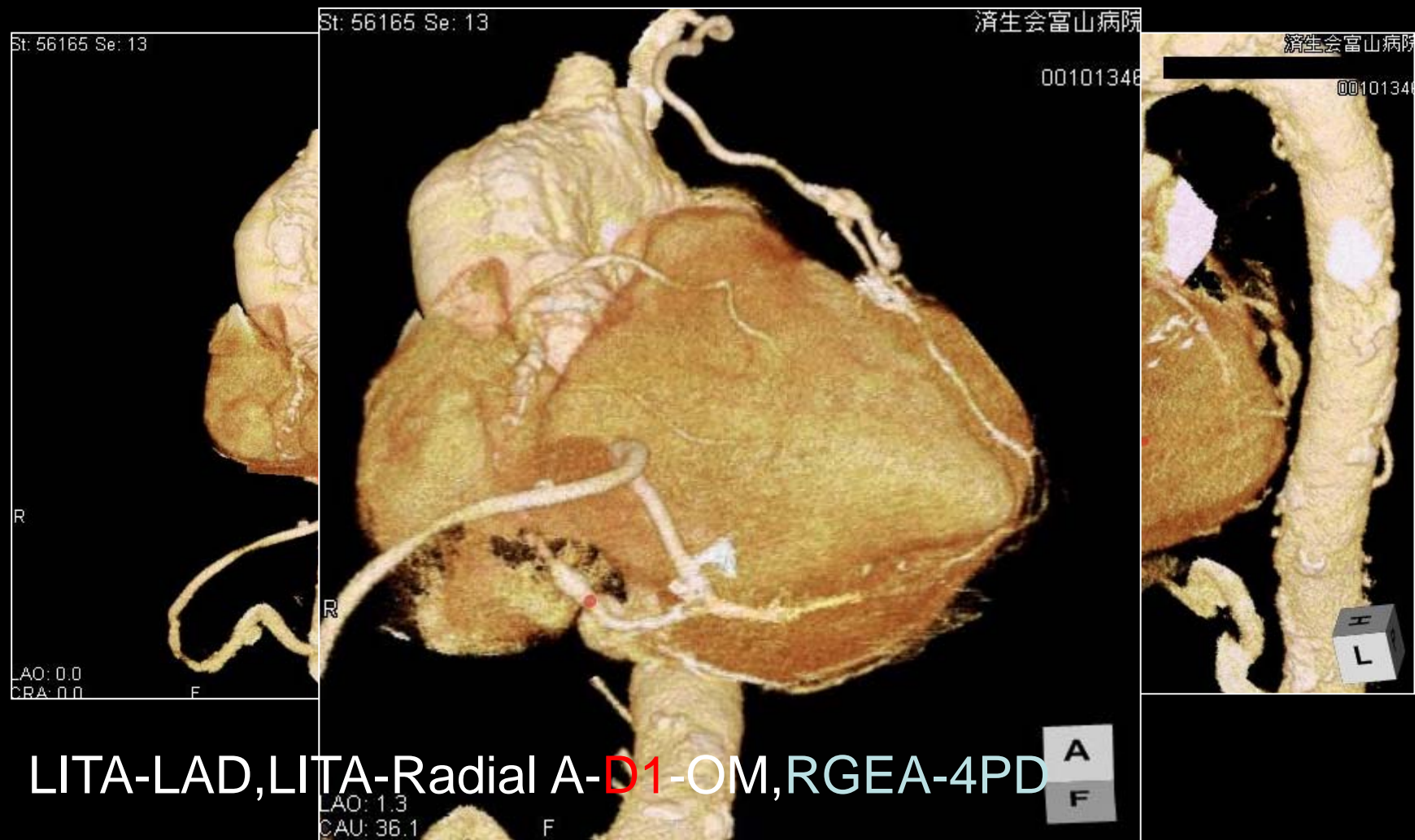
Aortic Cross Clamp: \_\_\_\_\_ Min.

Duration of Extracorporeal Circulation: \_\_\_\_\_ Min.

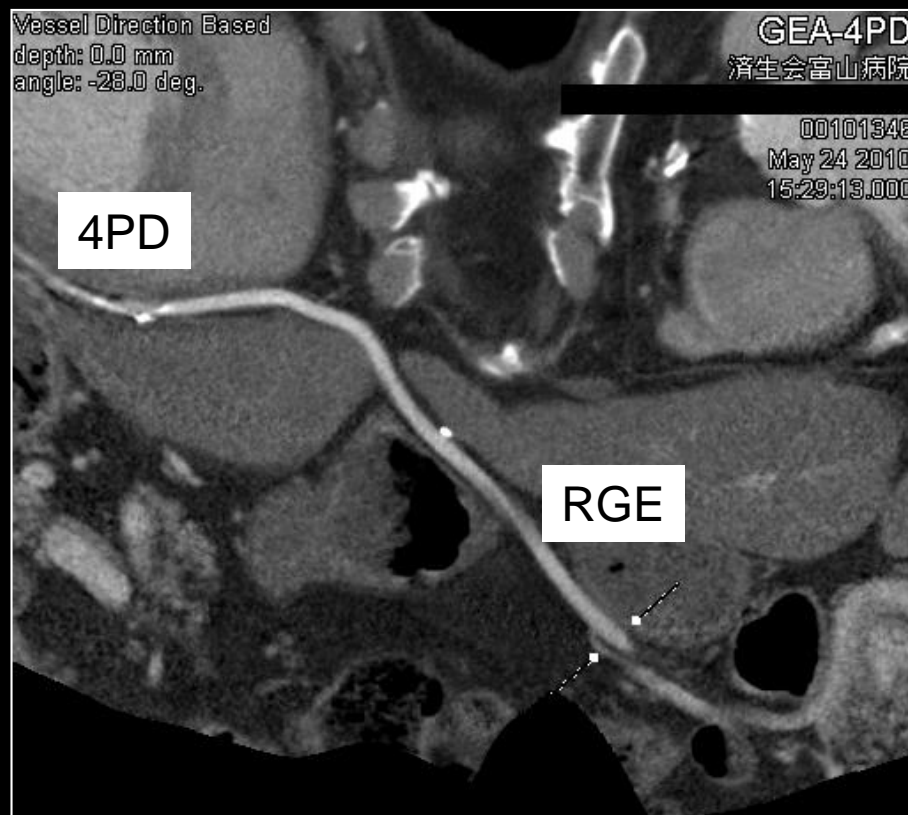
Diagram illustrating the heart and major vessels, including the Aorta, Left Main, Right Atrium (RA), Circumflex, Obtuse Marginal, Diagonal, and Anterior Descending arteries. The diagram shows the placement of the Left Internal Thoracic Artery (LITA) graft and the Right Graft (RGA). Handwritten notes include "SGA", "Myocardial Bridging ⊕", "Obtuse Marginal", "Diagonal", "Left Main", "RA", "Circumflex", "LITA", "SGA", "Cardiac Arrest:", "None ☒ Electrical ☐ Cardioplegia ☐ Countershock Required ☐", "Temperature of Myocardial Perfusate:", "Normothermia Moderate Hypothermia (28-35°C)", "Deep Hypothermia ( °C)", "Temperature of Myocardium: °C", "Surface Cardiac Cooling: YES NO", "Aortic Cross Clamp: \_\_\_\_\_ Min.", "Duration of Extracorporeal Circulation: \_\_\_\_\_ Min.", and "A-M. phenom".



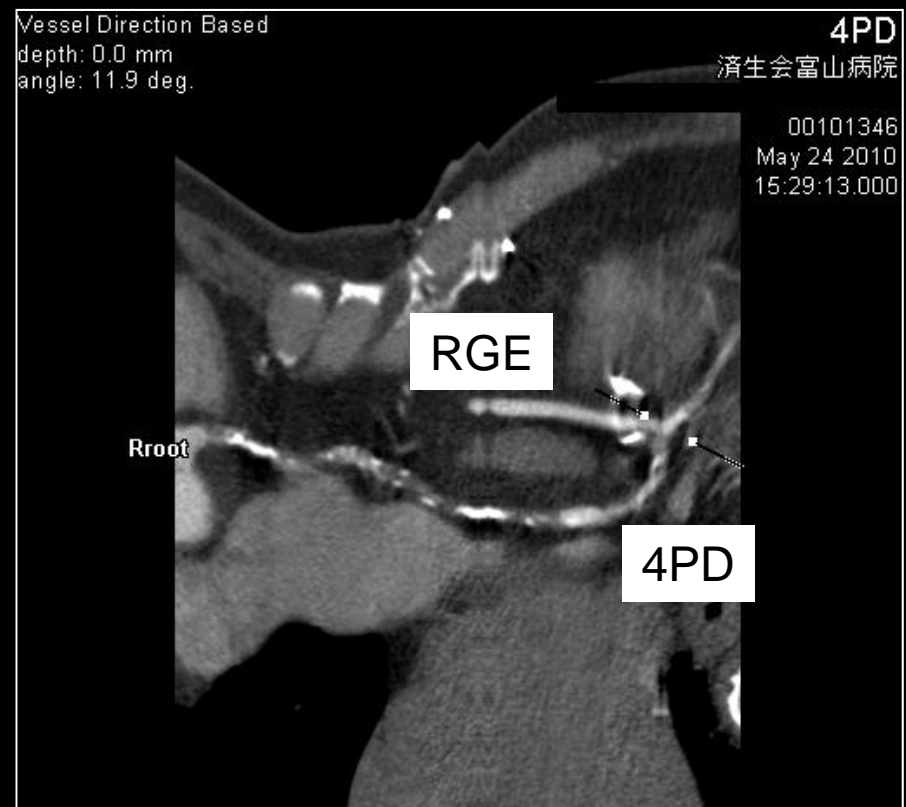
# 心臓CT



# 心臓CT



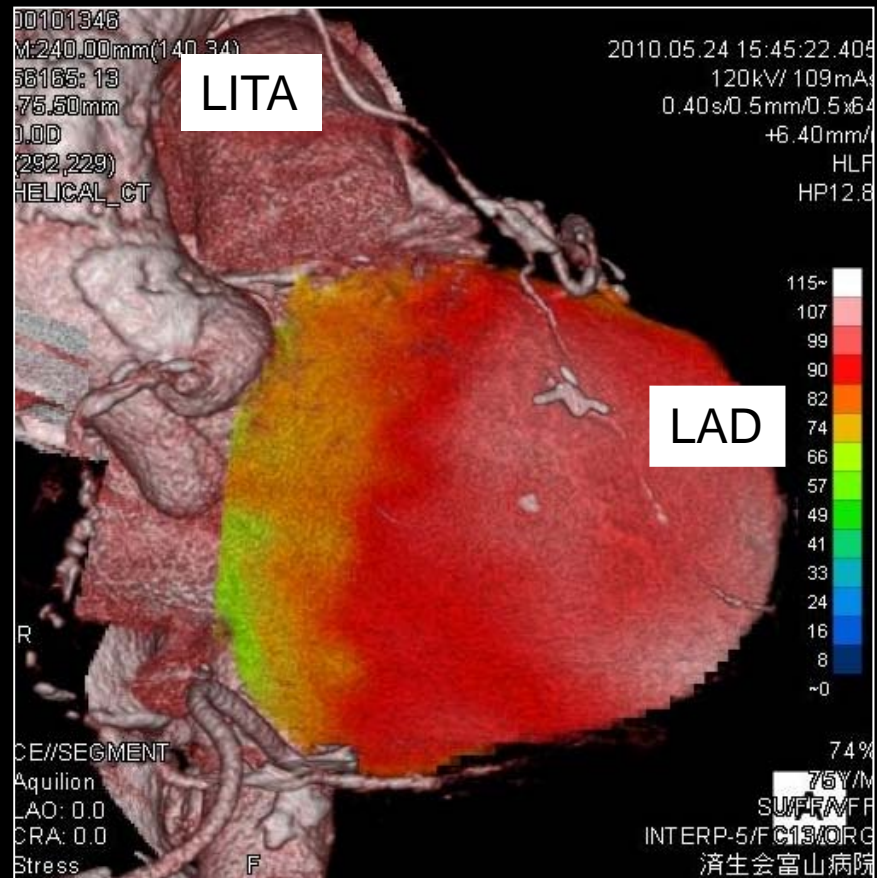
curved MPR  
RGE



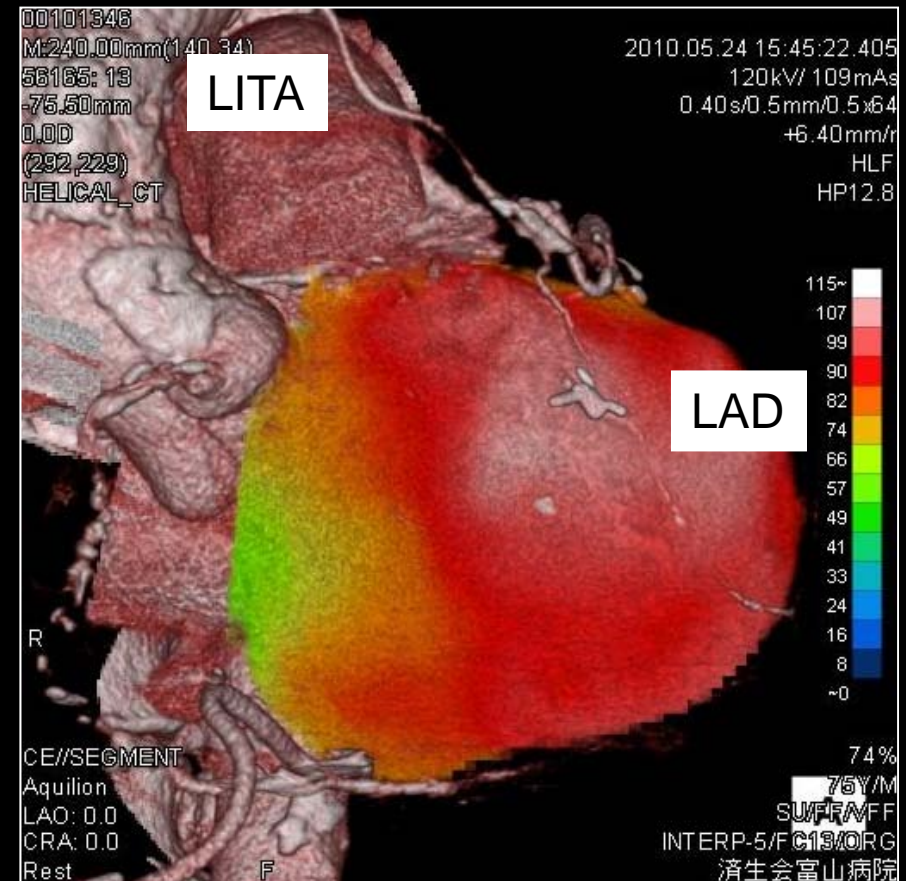
curved MPR  
4PD

I.M 62歳

# 心臓CT—運動負荷心筋シンチ



# Stress

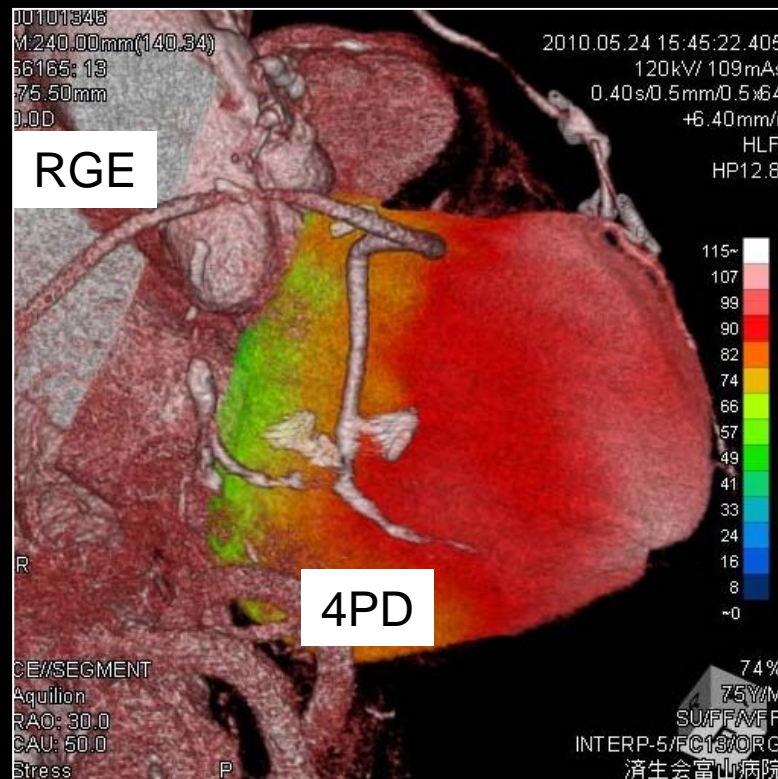


# Rest

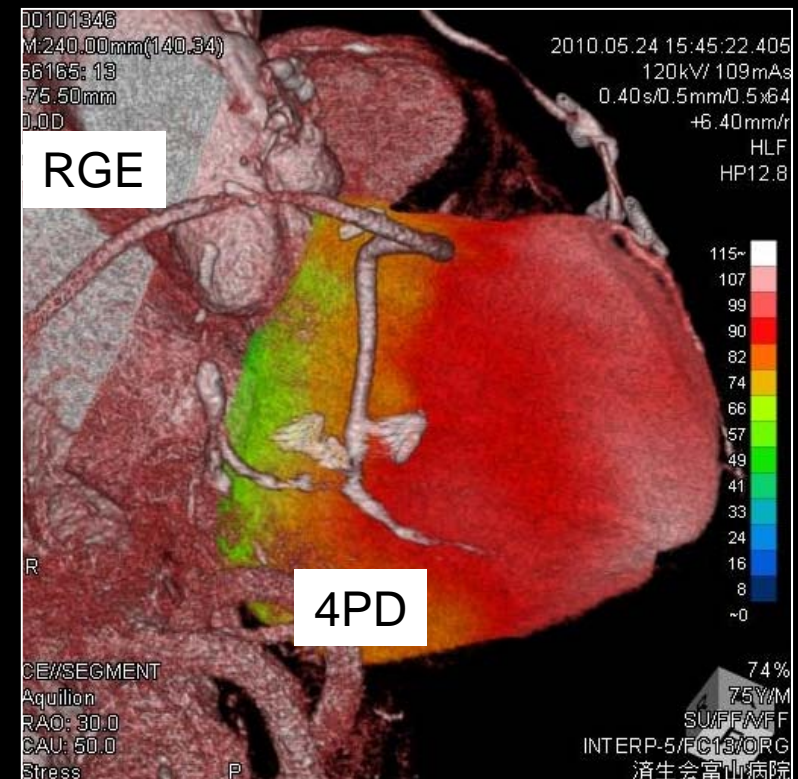
T.U 77歲



# 心臓CT—運動負荷心筋シンチ



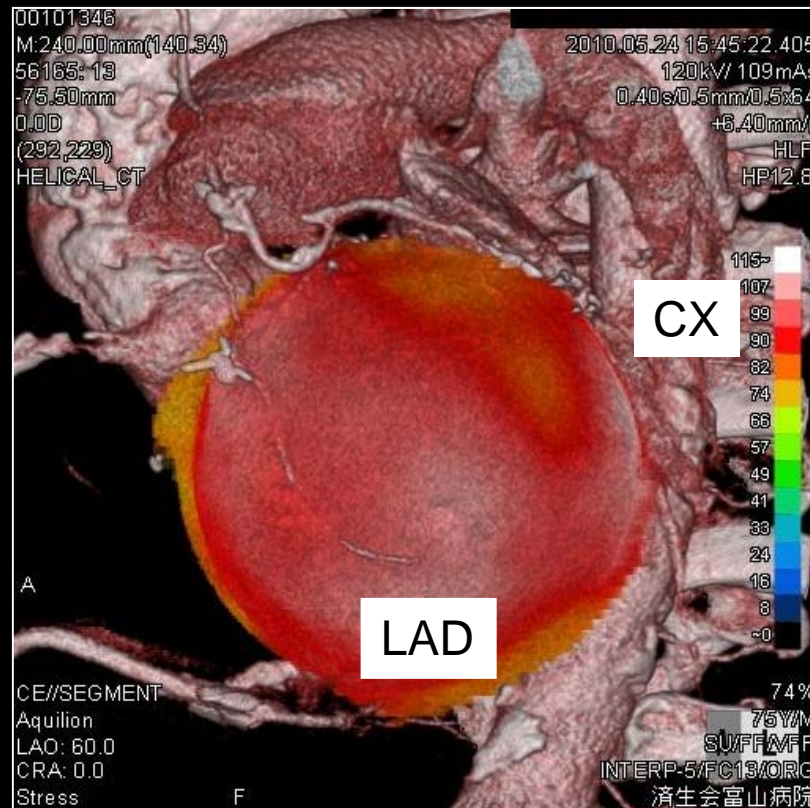
Stress



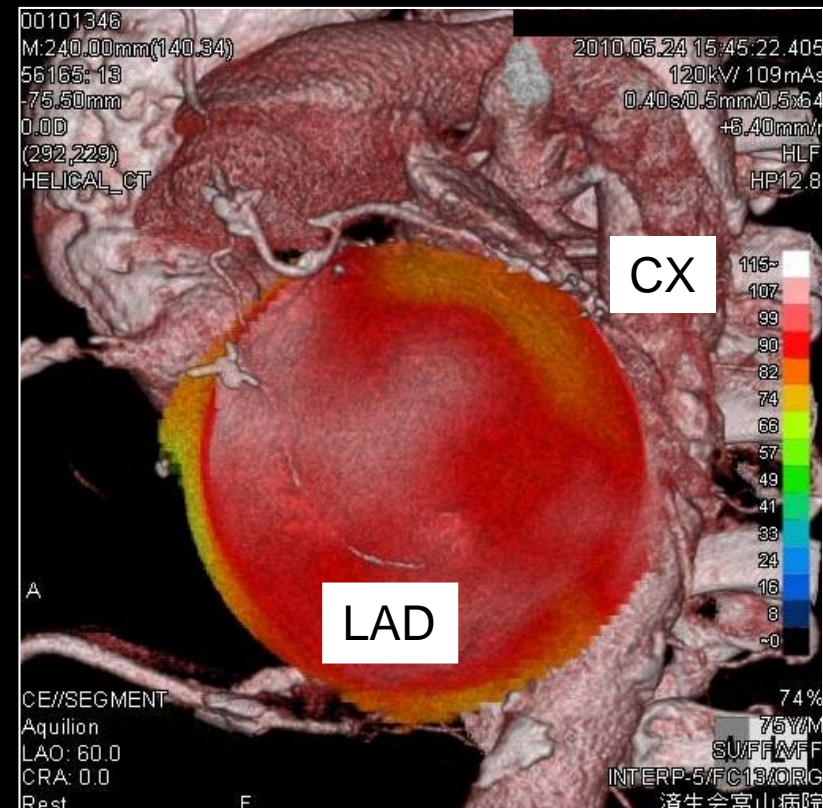
Rest

T.U 77歳

# 心臓CTー運動負荷心筋シンチ



Stress



Rest

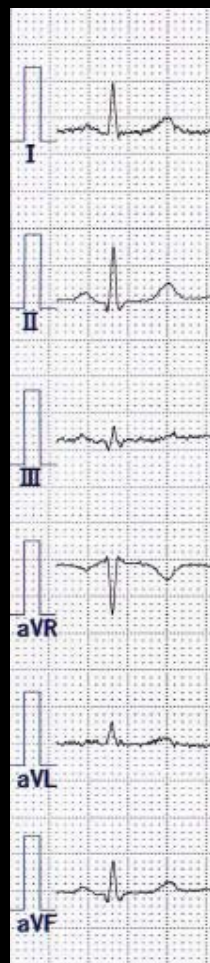
# I.M 62歳 女性

- 体の浮遊感で来院。脳神経学的には異常なく、内科受診した。その時の心電図でST低下を認め、精査となる
- DM(-),高血圧症(-)、脂質異常症(-)



# 心電図

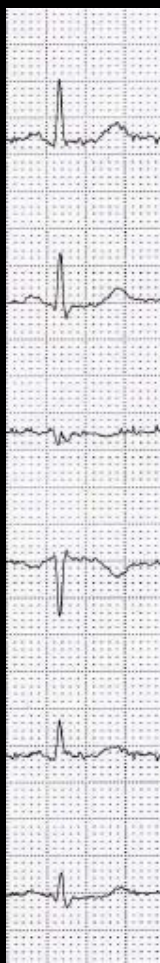
2010/10/27  
検診時



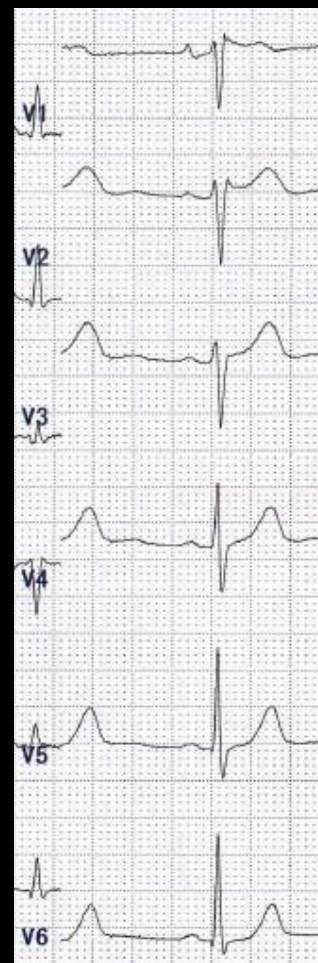
2011/8/30  
浮遊感



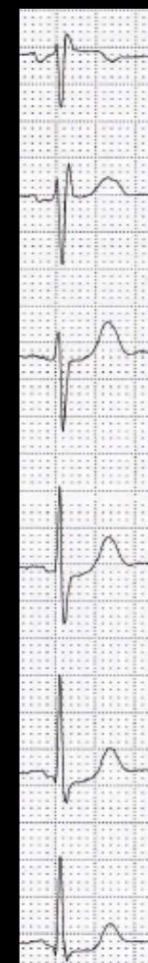
2011/12/21  
症状(-)



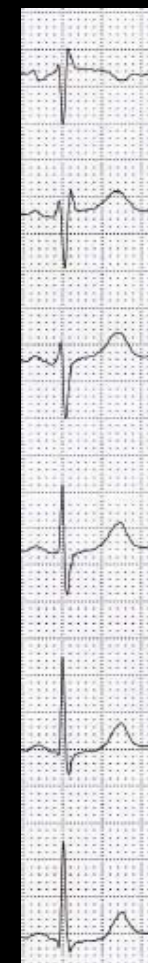
2010/10/27  
検診時



2011/8/30  
浮遊感

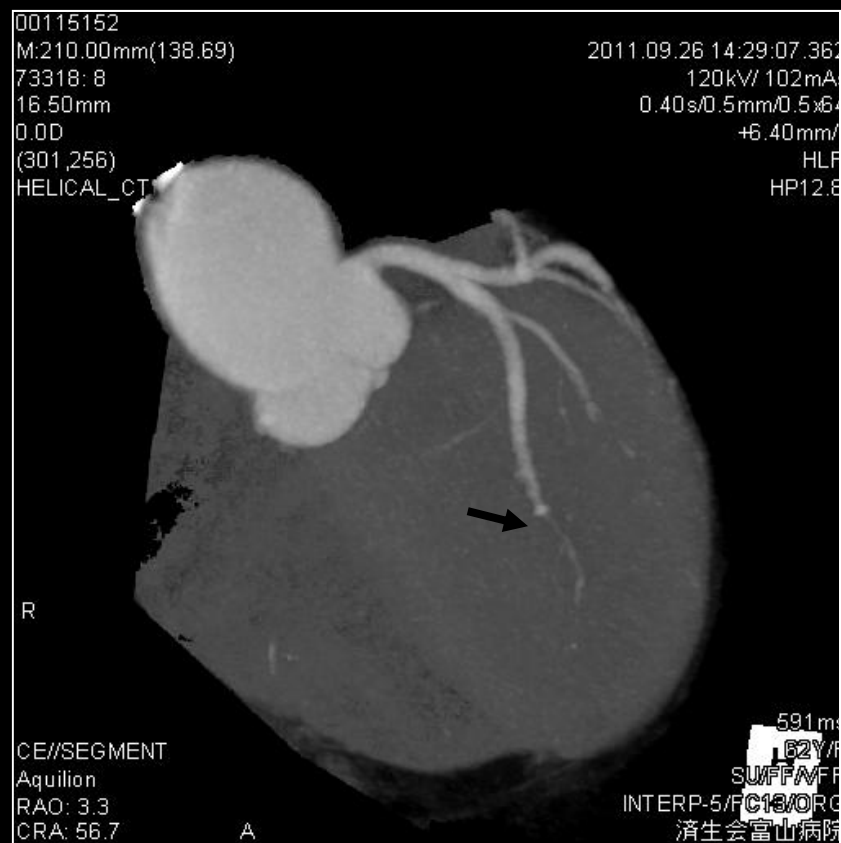


2011/12/21  
症状(-)



I.M 62歳 女性

# 心臓CT



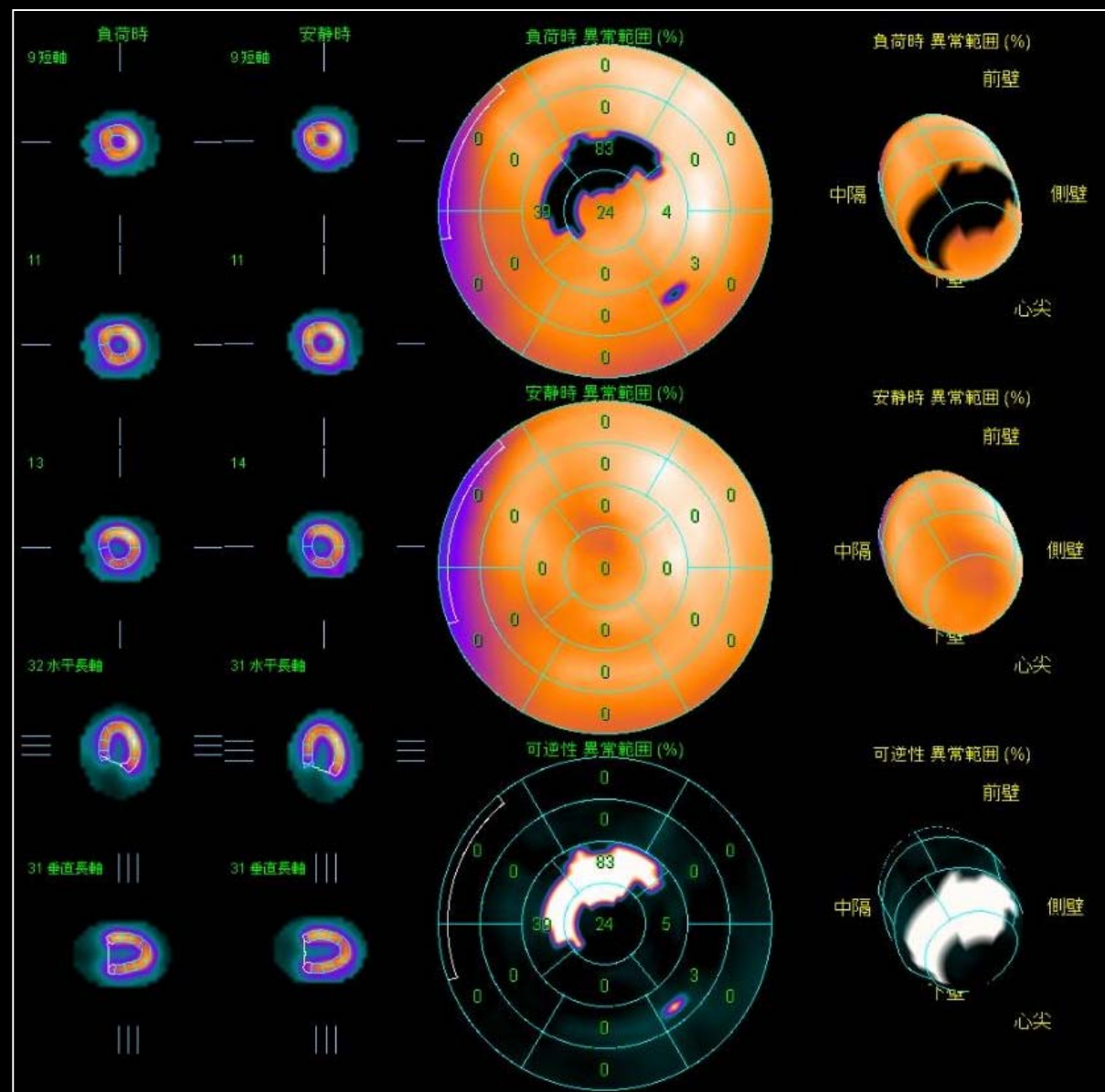
Angiographic view  
LCA



Angiographic view  
RCA

I.M 62歳

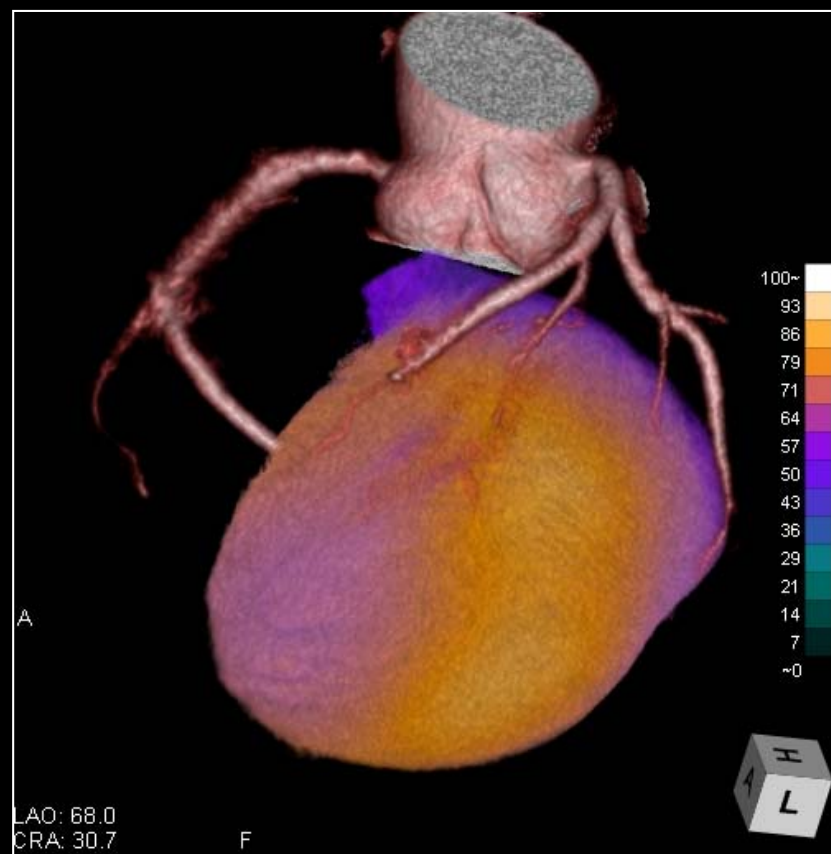




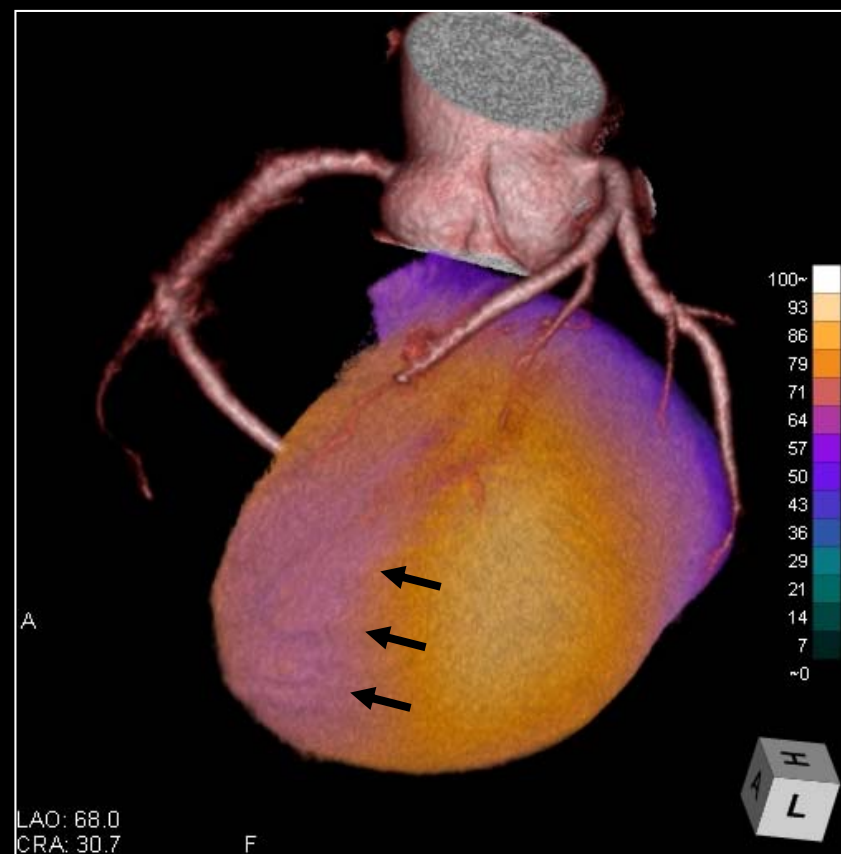
SSS=8点、SRS=2点、SDS=6点

I.M 62歳

# 心臓CTー運動負荷心筋シンチ



Stress

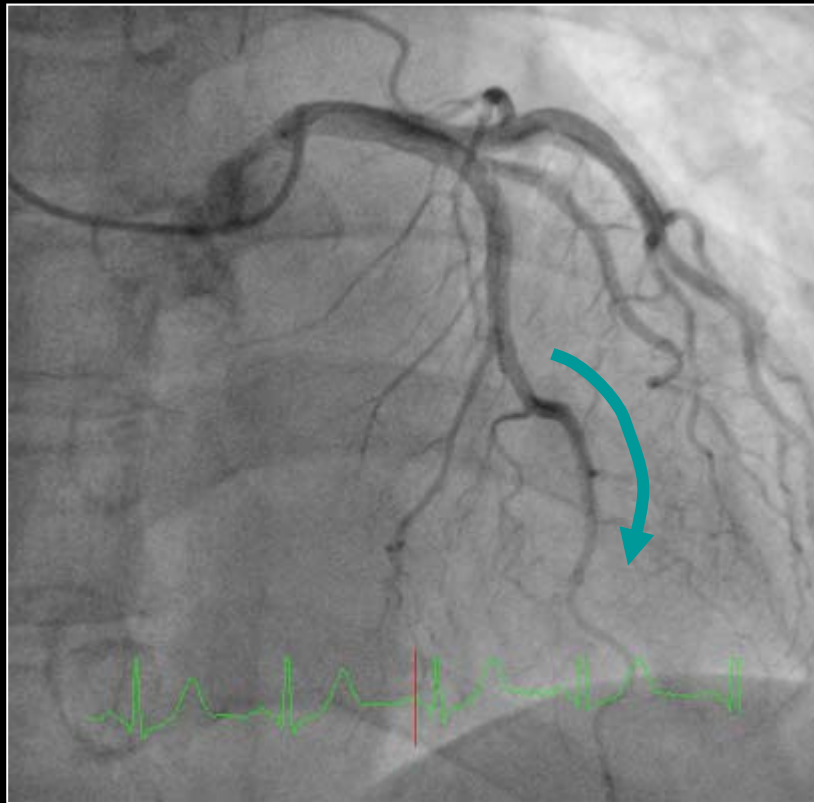


Rest

I.M 62歳

# CAG

LCA

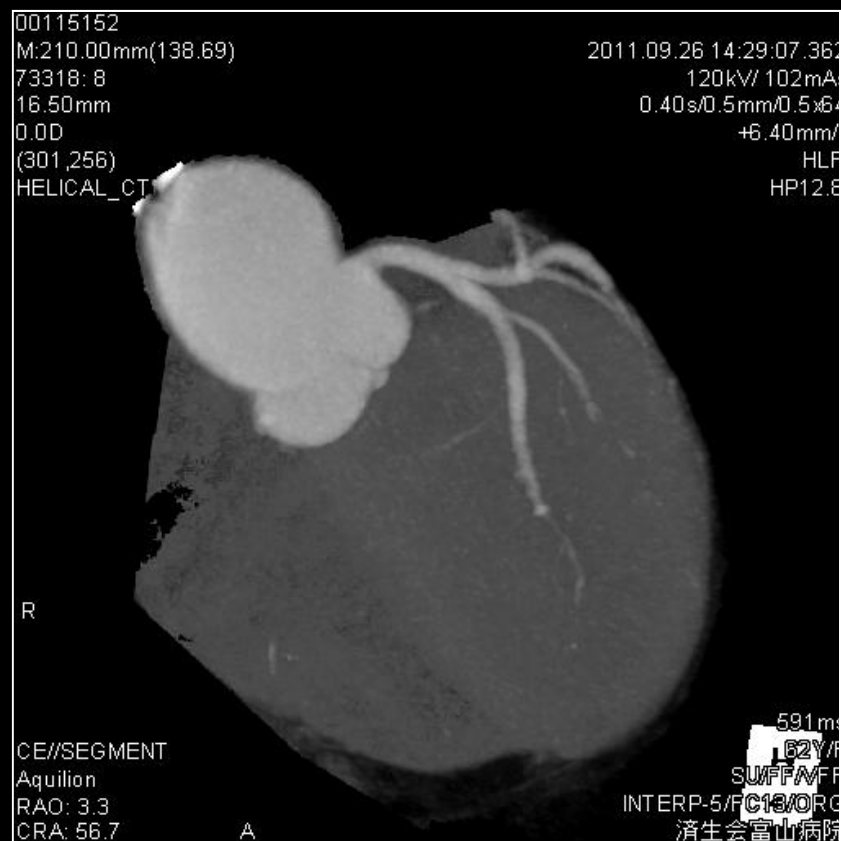


RCA



I.M 62歳

# 心臓CT



Angiographic view  
LCA



curved MPR  
LAD

I.M 62歳

# CT,RIとCAG所見の一致は？

CT-CAG一致	RI-CAG一致	CTまたはRI -CAG 一致	CT-RI一致
7例／13例	8例／13例	9例／13例	6例／13例

# 虚血のGold Standardは？

- 運動負荷心電図
- 冠動脈CT
- 負荷心筋シンチ
- (PET)
- 冠動脈造影
- IVUS
- FFR

# 1-1. 冠動脈狭窄の検出と評価

- ・ MSCTによる冠動脈狭窄評価はNPV（陰性的中率）が高く、非侵襲的に冠動脈狭窄の存在を否定できる。

対照：冠動脈造影

発表者（年）	症例数	Segment	評価可能%	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Leschka(2005)	67	1005	100%	94%	97%	87%	99%
Leber(2005)*	59	825	97%	79%	97%	72%	98%
Raff(2005)	70	1065	88%	86%	95%	66%	98%
Mollet(2005)	52	725	—	99%	95%	76%	100%
Ehara(2006)	69	966	92%	90%	94%	89%	95%
Ropers(2006)	84	1128	96%	93%	97%	56%	100%
Nikolaou(2006)	72	1020	90%	82%	95%	72%	97%
Pugliese(2006)	35	494	100%	99%	96%	78%	99%
Herzog(2007)	55	825	100%	82%	97%	69%	99%
Mühlenbruch(2007)	51	765	95%	87%	95%	75%	99%

\*:文献より再計算

Leschka S. et al. :Eur. Heart J. 26 (15):1482 (2005)

Leber A. W. et al. :J. Am. Coll. Cardiol. 46 (1):147 (2005)

Raff G. L. et al. :J. Am. Coll. Cardiol. 46 (3):552 (2005)

Mollet N. R. et al. :Circulation 112 (15):2318 (2005)

Ehara M. et al. :Circ. J. 70 (5):564 (2006)

Ropers D. et al. :Am. J. Cardiol. 97 (3):343 (2006)

Nikolaou K. et al. :AJR 187 (1):111 (2006)

Pugliese F. et al. :Eur. Radiol. 16:575 (2006)

Herzog C. et al. :Radiology 244 (1):112 (2007)

Mühlenbruch G. et al. :Eur. Radiol. 17:603 (2007)



# Accuracy of 64-Section CT Angiography for Detection of Perfusion Defects at Myocardial Perfusion Imaging

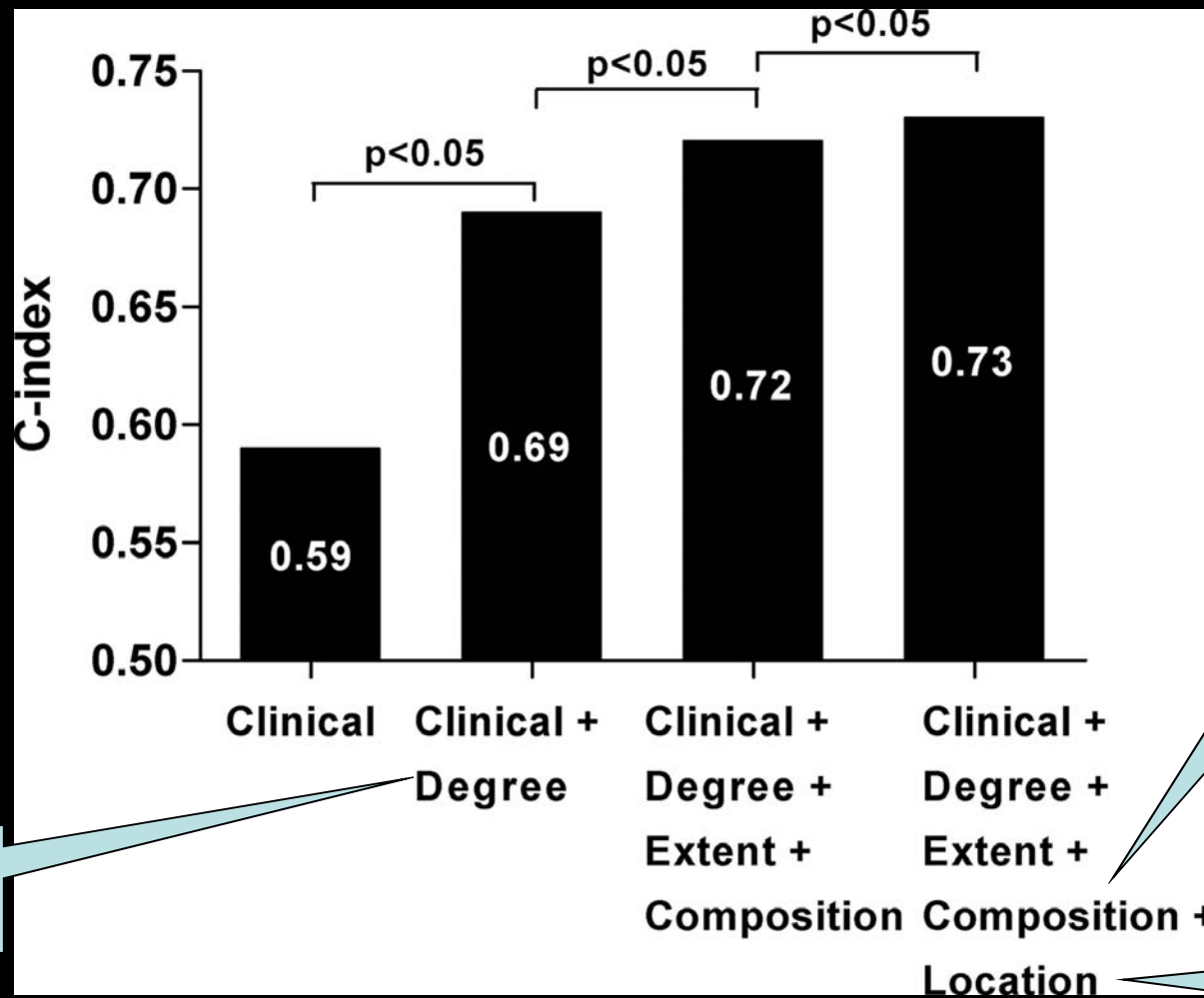
Analysis	Sensitivity (%)*	Specificity (%)*	NPV (%)	PPV (%)	Accuracy (%)*	Positive Likelihood Ratio	Negative Likelihood Ratio
Patient-based analysis ( <i>n</i> = 78)							
Any perfusion defect†	94 (79, 99)	64 (49, 77)	94	63	76 (65, 85)	2.59	0.10
Reversible perfusion defects only	95 (75, 100)	53 (40, 67)	94	58	64 (52, 75)	2.04	0.09
Coronary artery-based analysis ( <i>n</i> = 310)							
Any perfusion defect†	88 (72, 97)	78 (72, 82)	91	72	79 (74, 83)	3.93	0.16
Reversible perfusion defects only	95 (75, 100)	75 (70, 80)	96	72	76 (71, 81)	3.83	0.07

\* Data in parentheses are 95% CIs expressed as percentages

†Including fixed, reversible, and mixed defects.



# The incremental predictive value of angiographic MSCT variables of atherosclerosis for the prediction of ischemia on MPI on a per-patient basis

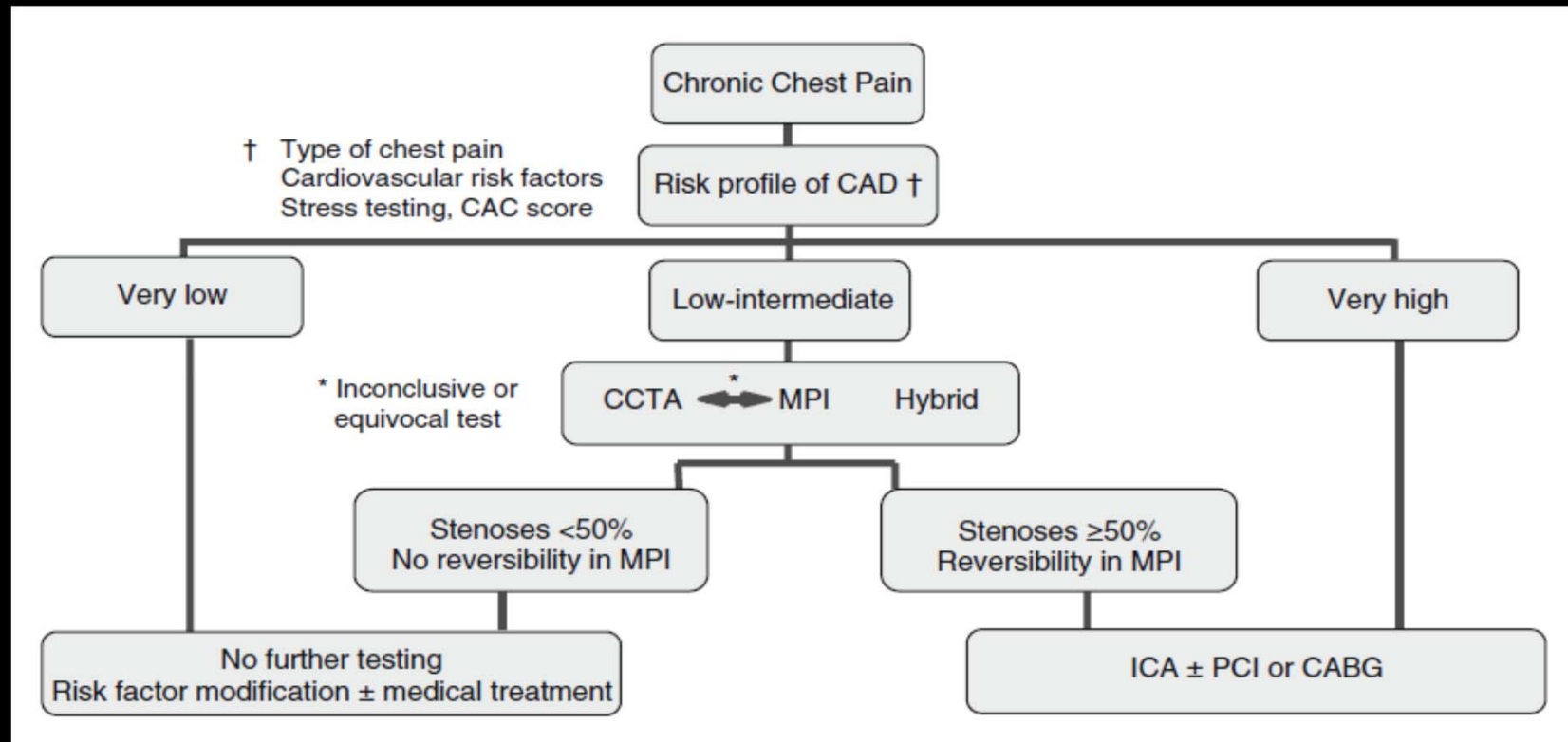


70%以上の  
狭窄

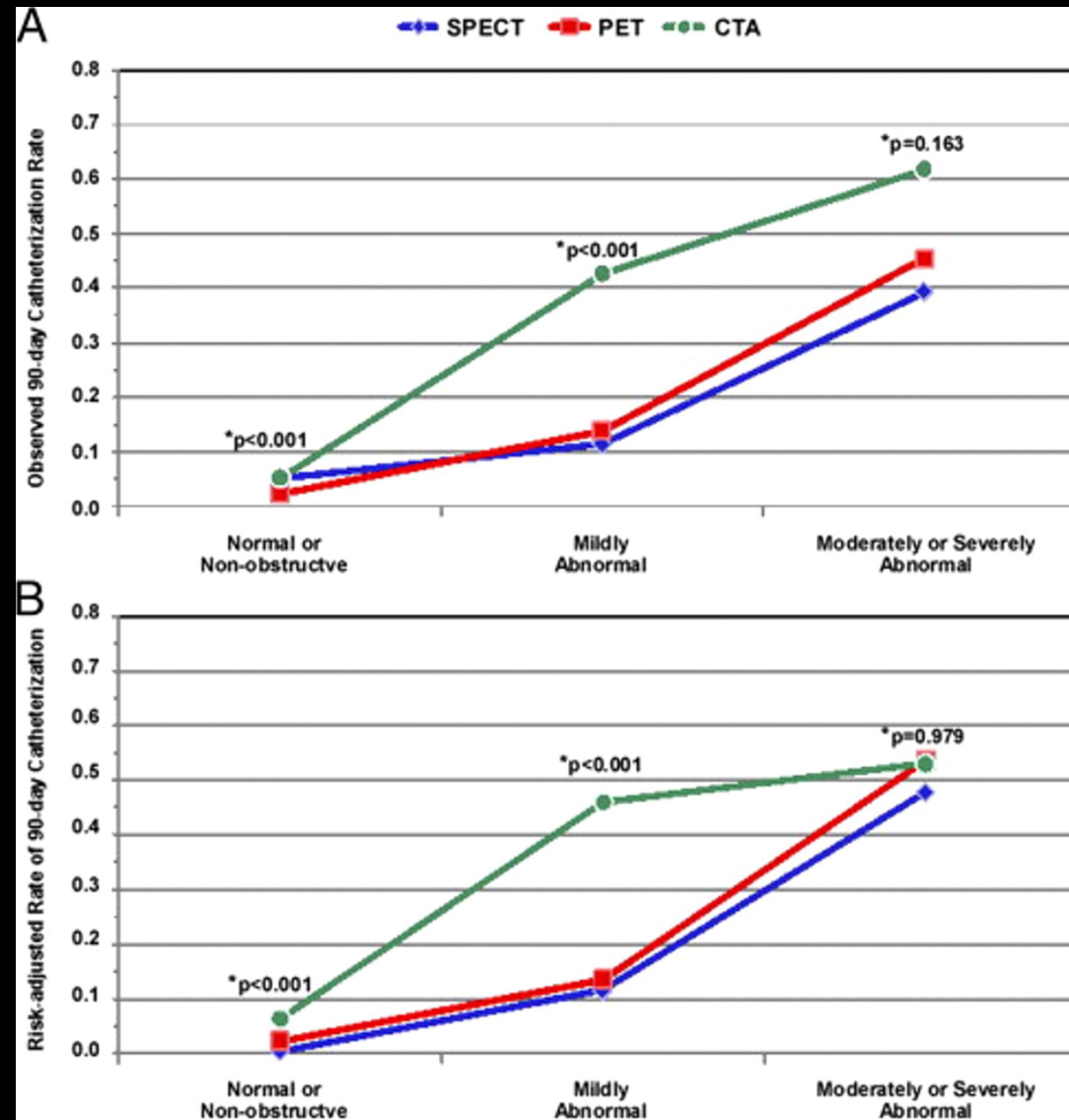
プラークの  
性状、石灰  
化の有無

LMT、前下  
行枝近位部

# 慢性胸痛患者でのイメージング技術のための の提唱された臨床的アルゴリズム



# 非侵襲的心臓イメージング検査後の 心臓カテーテル検査施行



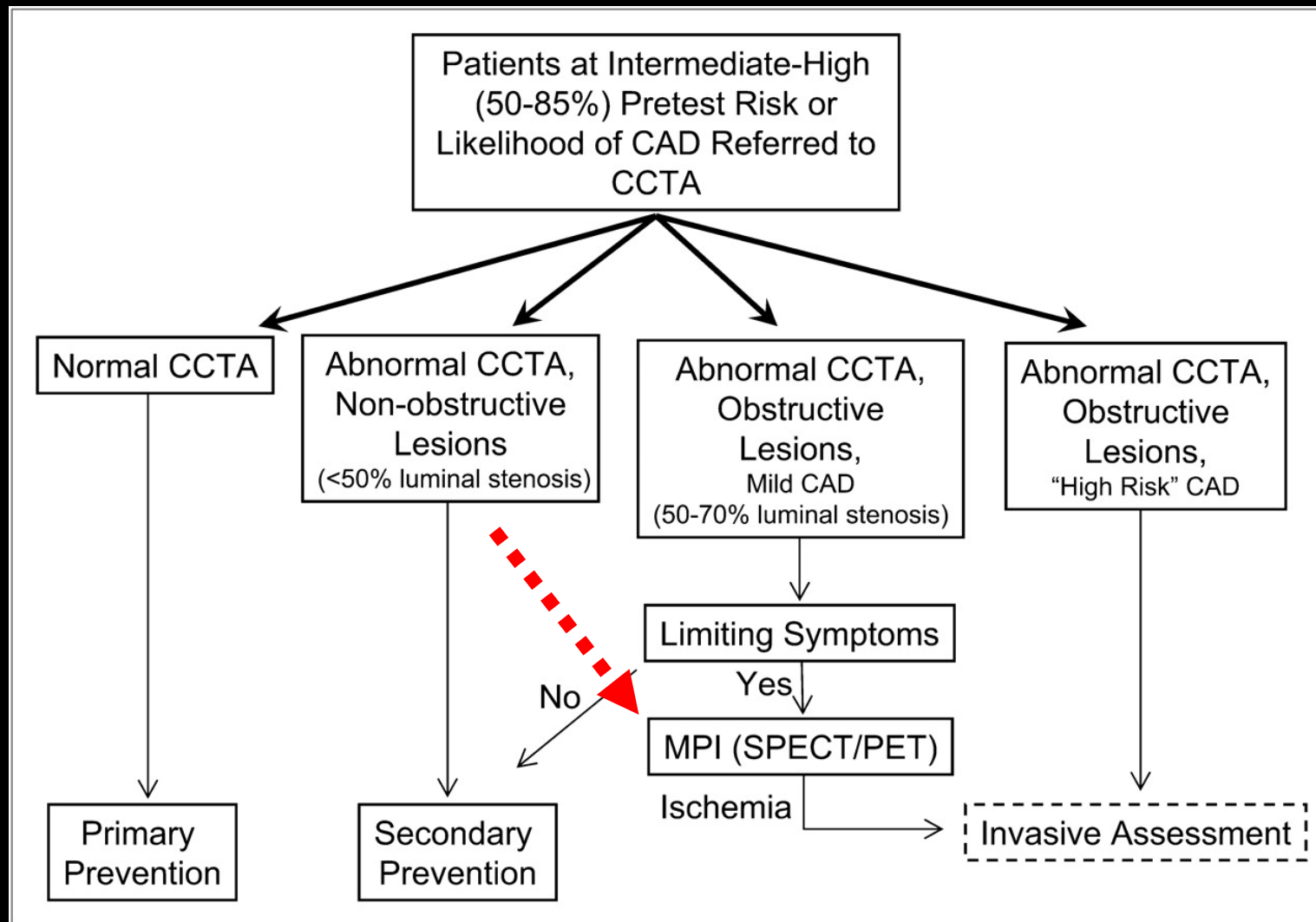
Hachamovitch, R. et al. J Am Coll Cardiol 2012;59:462-474

# 結論

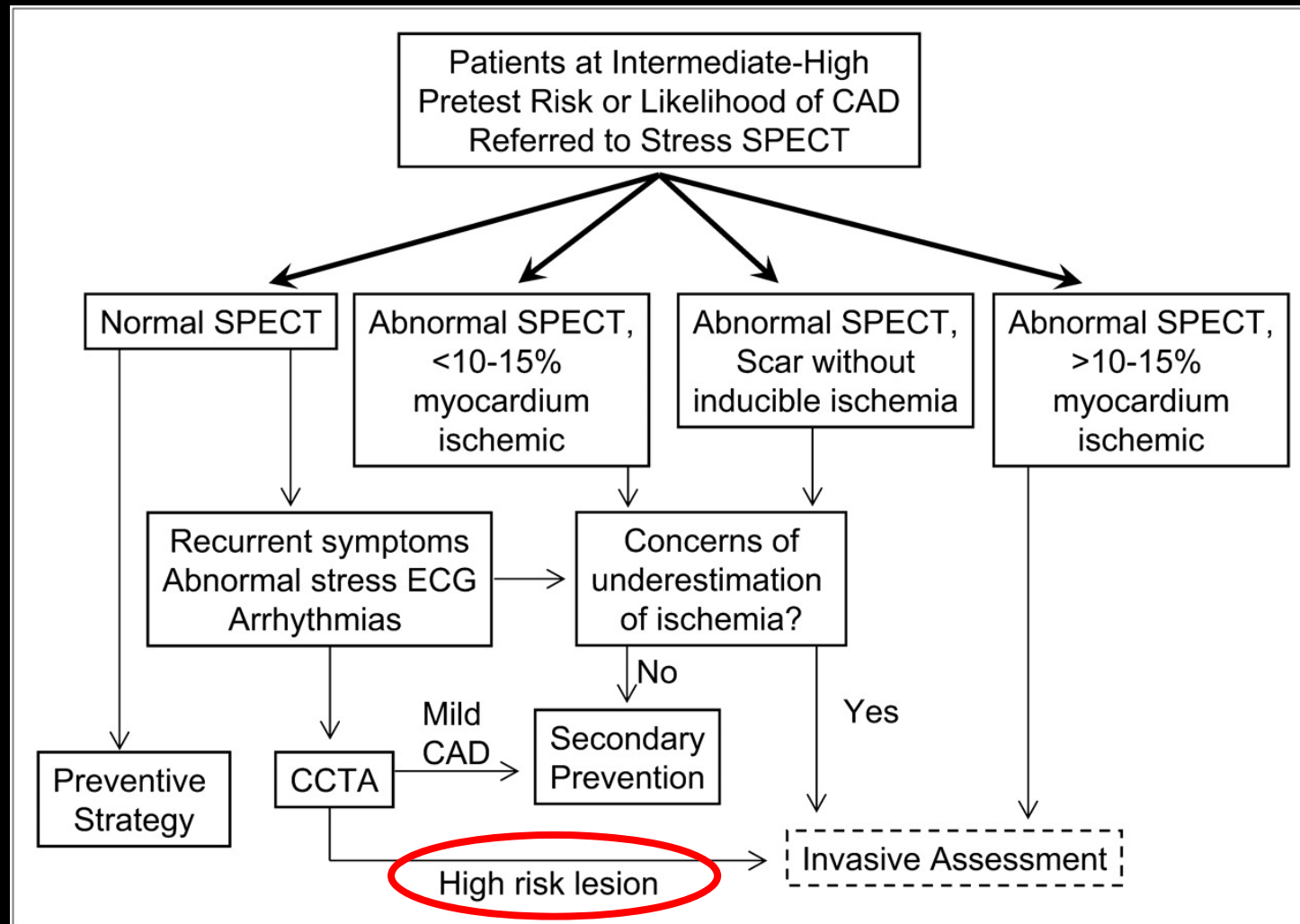
- 少数での臨床経験ですが
- 心臓CTと負荷心筋シンチを組み合わせる Fused imageでは心臓CTの欠点を補える可能性はあるが、冠動脈造影に変わるものではないようである
- 多枝病変やCTOでの治療戦略決定時には有用かもしれない
- 患者さんや家族への説明時の有用性は疑問である



# Potential testing algorithm based on use of CT coronary angiography



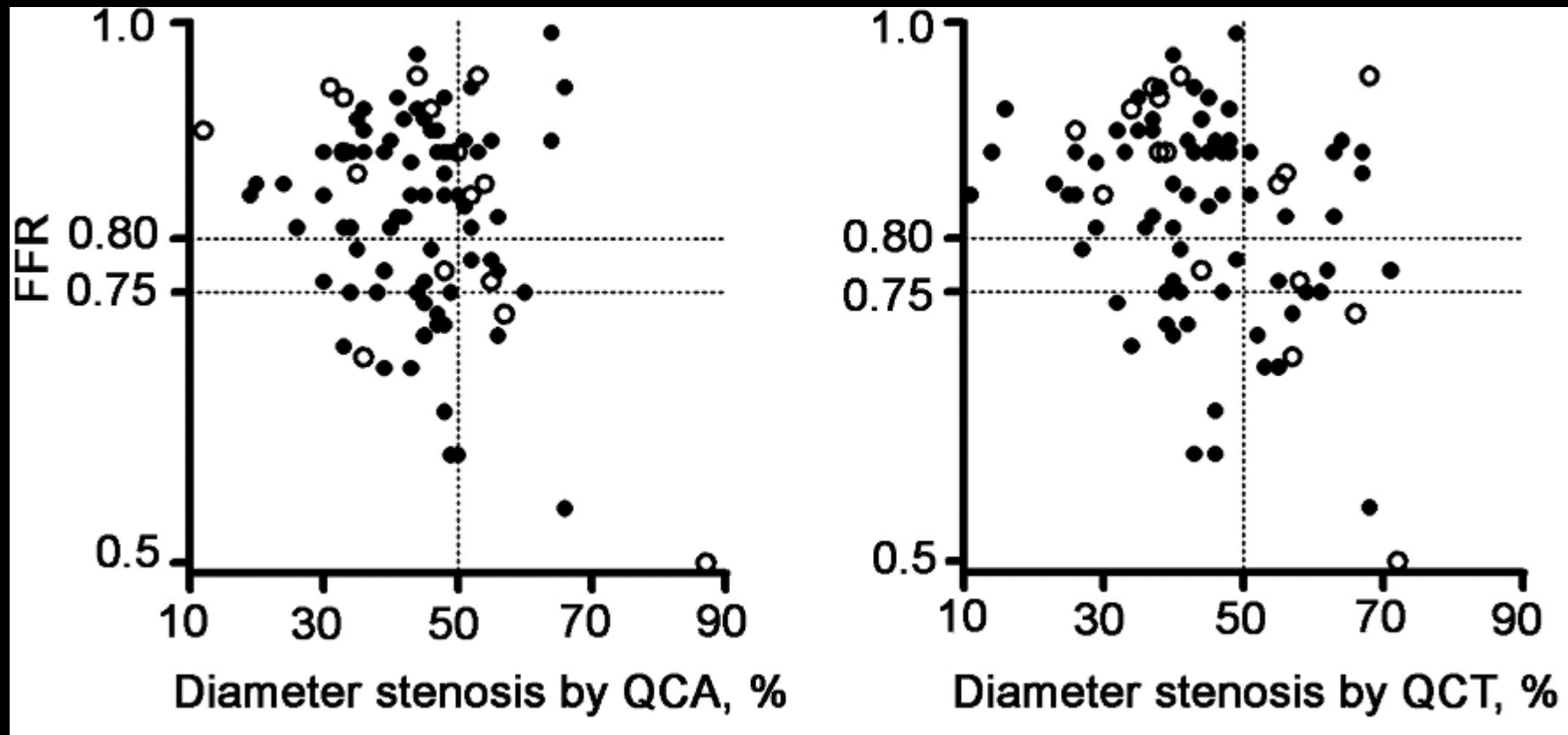
# Potential testing algorithm based on use of stress cardiac SPECT MPI



# FFRによる虚血の評価



# FFR Versus QCA, QCT, CCA, and CTCA

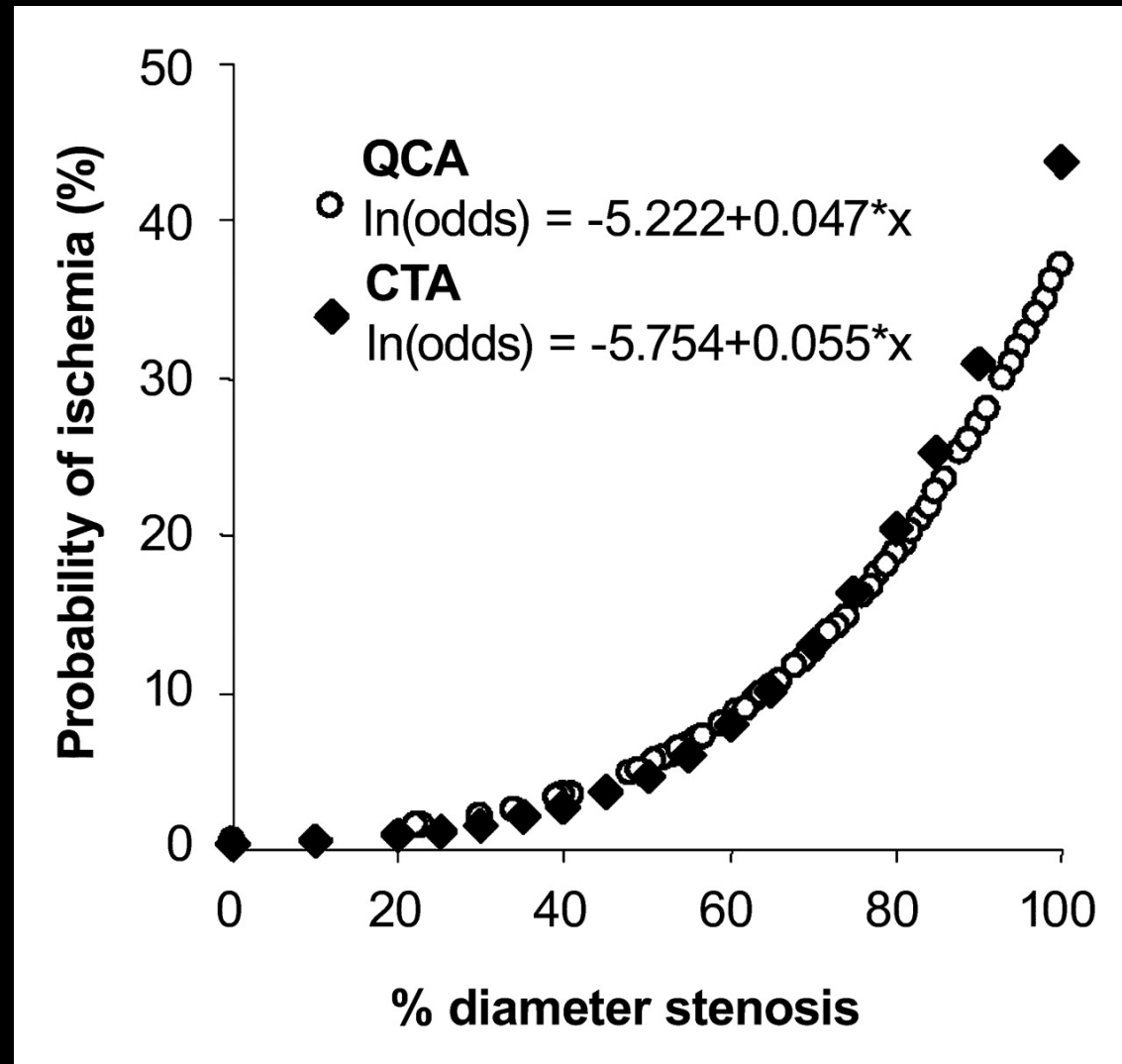


# Fused imageはどのように使用されたら 良いか？

- 虚血の評価についてはSPECTは機能的、CTは解剖学的な評価方法である
- 虚血の局在についてfused imageにより視覚的に判定し易くなる
- しかし、患者さんや家族にとってSPECT単独よりわかり易くなったかどうかはまだ疑問である
- CTO時、PCI施行決定の補助と同時に手技のナビゲーターになる
- CTでは高度石灰化や狭窄の程度が軽度でもSPECTで虚血を疑えればCAGをする意味はある
- CTで狭窄が無いが、軽微であってもSPECTで虚血を疑えばCAGをする意味はある



**Exponential probability curves derived from logistic regression analysis equations (insert) show predicted probability of ischemia (as assessed with SPECT) for any given degree of stenosis at quantitative coronary angiography (QCA) versus CT angiography (CTA)**



## MSCT angiography

### Degree

- Presence of nonobstructive CAD

- Presence of obstructive CAD ( $\geq 50\%$ )

- Presence of severely obstructive CAD ( $\geq 70\%$ )

### Extent and composition

- Noncalcified plaques  $\geq 3$

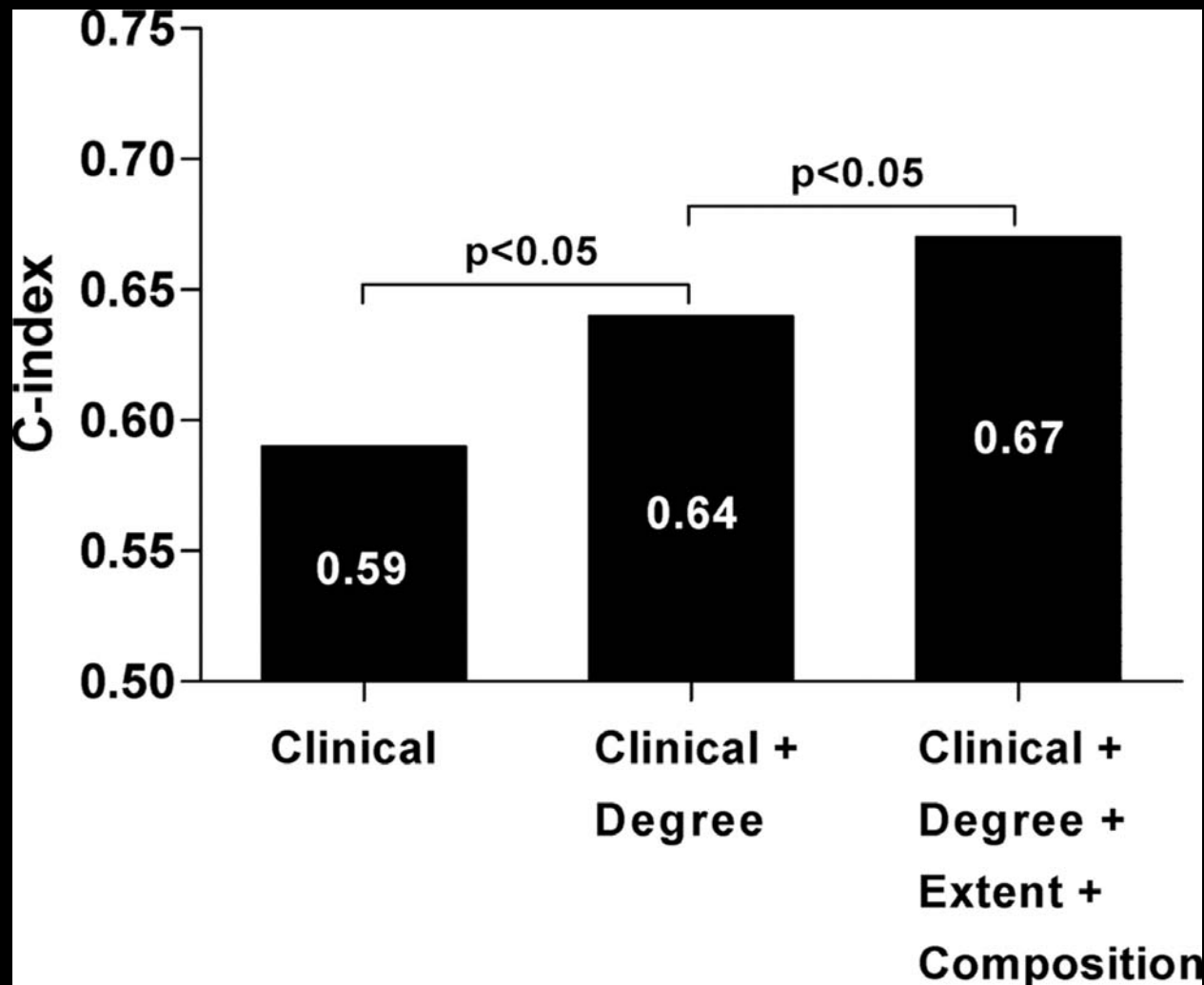
- Mixed plaques  $\geq 3$

- Calcified plaques  $\geq 3$

### Location

- LM and/or proximal LAD diseased

# The incremental predictive value of angiographic MSCT variables of atherosclerosis for the prediction of ischemia on MPI on a per-vessel basis



**Table 6** Prognostic Value of Nonobstructive Plaque Characteristics for Intermediate-Term ( $\geq 90$ -Day) Mortality

	By Presence or Absence of Plaque Composition Type				
	Unadjusted HR (95% CI)	p Value	CAD RF-Adjusted HR (95% CI)	p Value	Plaque-Adjusted HR (95% CI)
Noncalcified	1.19 (0.60–2.37)	0.62	0.89 (0.44–1.78)	0.74	0.56 (0.27–1.15)
Mixed	2.59 (1.46–4.60)	0.0012	1.62 (0.89–2.94)	0.12	1.40 (0.74–2.65)
Calcified	3.13 (1.84–5.33)	<0.0001	1.61 (0.89–2.91)	0.12	1.75 (0.89–3.43)



■表 各種画像診断の特徴

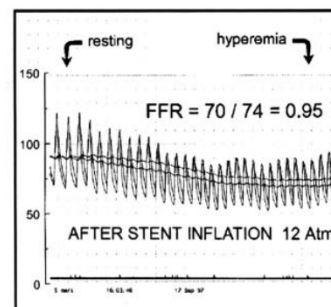
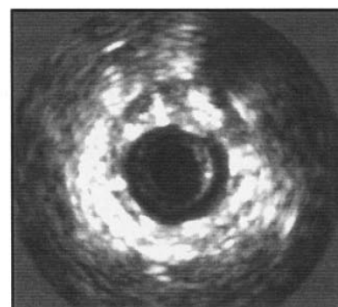
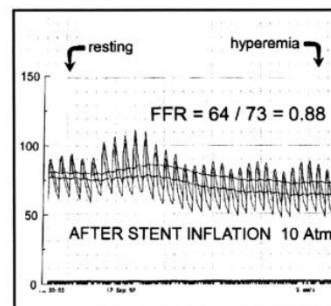
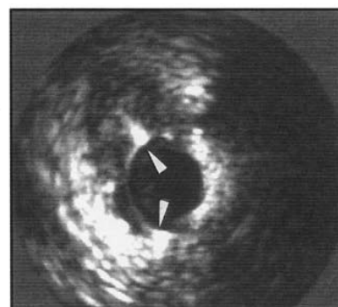
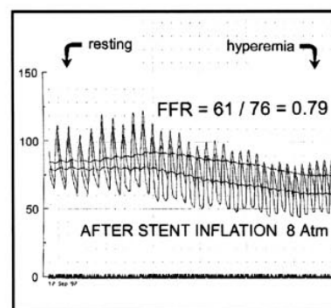
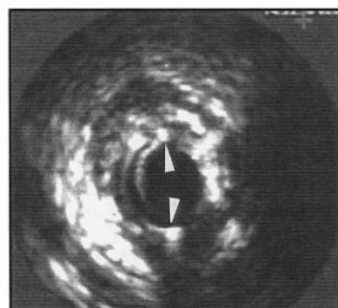
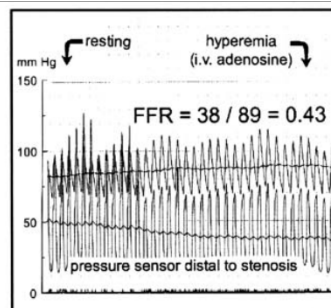
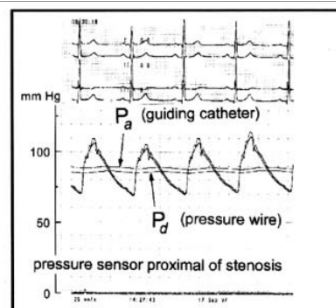
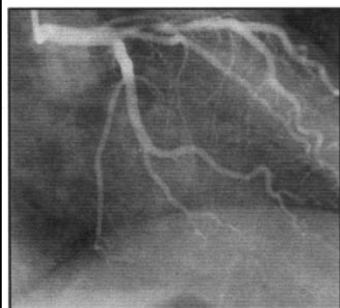
	運動負荷心電図 <sup>※1</sup>	冠動脈CT	運動負荷 SPECT	経胸壁心エコー	心臓MRI
診療報酬点数	800点	2,450点	8,200点	880点	2,330点
必要な人員	医師, 技師各1人	医師, 技師各1人	医師, 技師各1人	医師, 技師各1人	医師, 技師各1人
施行時間	1時間	1時間	3時間	30分	1時間
技術的難易度 <sup>※2</sup>	○	△	△	□	△
被ばく量	なし	5mSv	10mSv	なし	なし
2008年施設数 <sup>※3</sup>	1,260	865	661	1,485	513
2008年実施数 <sup>※3</sup>	330,873	218,053	98,393	3,663,837	21,670

いずれも条件によって異なってくるが目安として提示した <sup>※1</sup>負荷心電図はトレッドミルの場合 <sup>※2</sup>○一般医も可能(特別な研修必要なし), □循環器専門医であれば可能, △特別な研修を受けた医師のみで評価 <sup>※3</sup>施設・実施数は日本循環器学会の2008年調査結果による

(編集部作成, 松本直也氏監修)

心筋シンチ:  $^{201}\text{Tl}$  18mSv  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  6-9mSv

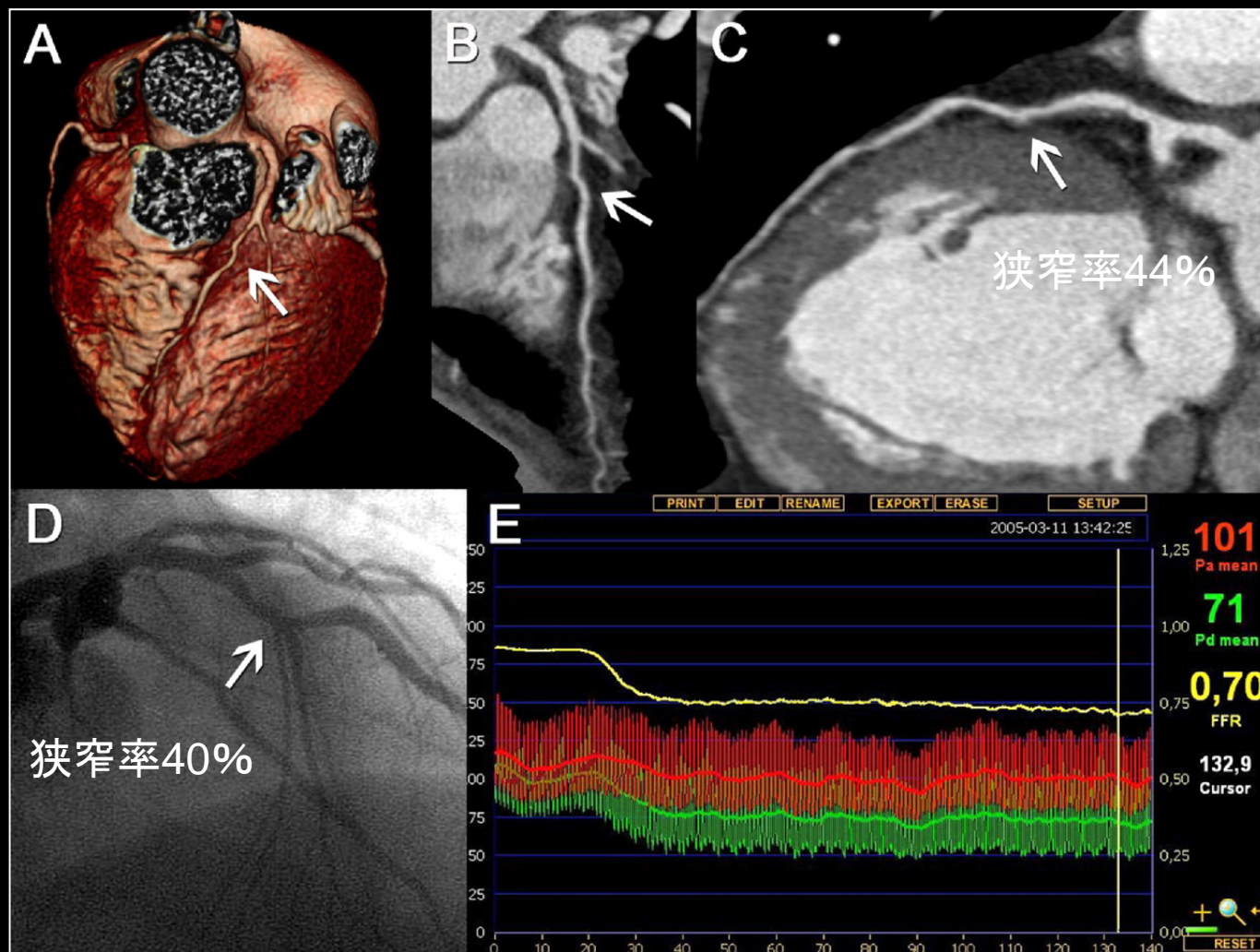
冠動脈造影検査: 3-6mSv



## FFRによる虚血の評価

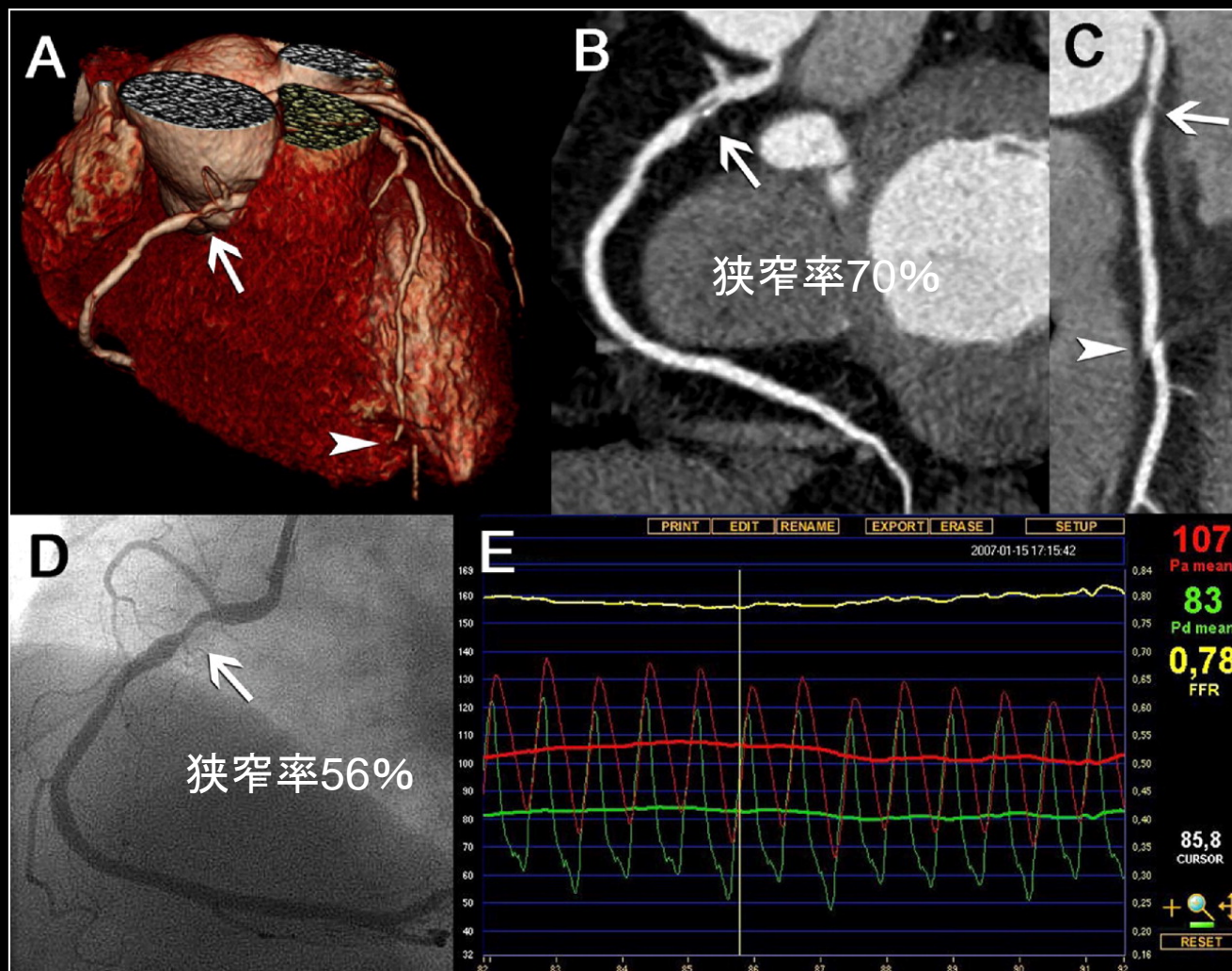
*Circulation.* 1999;99:1015-1021

# CTCA and CCA With FFR Measurement of Intermediate Coronary Lesion

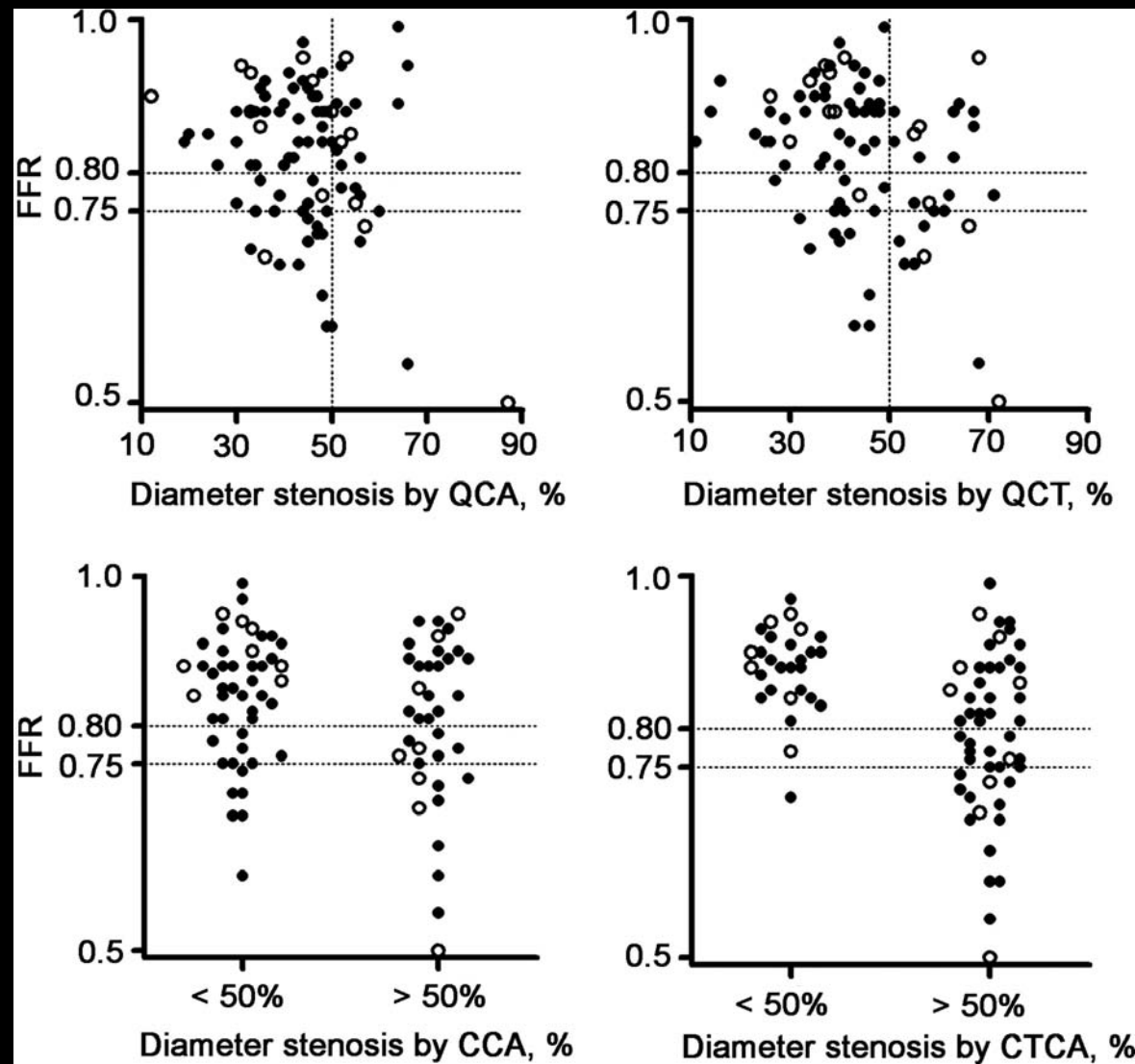




# CTCA and CCA With FFR Measurement of Intermediate Coronary Lesion



# FFR Versus QCA, QCT, CCA, and CTCA



**Table 3** Diagnostic Performance of CCA and CTCA to Detect a Functionally Significant Coronary Stenosis (FFR <0.75, FFR <0.80)

	True Positive	True Negative	False Positive	False Negative	kappa	Sensitivity, %	Specificity, %	Diagnostic Accuracy, %
FFR <0.75 (n = 16)								
CT coronary angiography, visual score	15	29	44	1	0.16	94 (82–100)	40 (29–51)	49 (39–60)
Quantitative CT coronary angiography	8	55	18	8	0.20	50 (26–75)	75 (65–85)	71 (61–80)
Conventional coronary angiography, visual score	10	44	29	6	0.15	63 (39–86)	60 (49–72)	61 (51–71)
Quantitative coronary angiography	11	49	24	5	0.25	69 (46–91)	67 (56–78)	67 (58–77)
FFR <0.80 (n = 31)								
CT coronary angiography, visual score	29	28	30	2	0.35	94 (58–100)	48 (35–61)	64 (54–74)
Quantitative CT coronary angiography	14	46	12	17	0.25	45 (28–63)	79 (69–90)	67 (58–77)
Conventional coronary angiography, visual score	17	36	22	14	0.16	55 (37–72)	62 (50–75)	60 (49–70)
Quantitative coronary angiography	17	41	18	13	0.25	57 (39–74)	69 (58–81)	65 (55–75)

CCA = conventional coronary angiogram; CT = computed tomography; CTCA = computed tomography coronary angiogram; FFR = fractional flow reserve.

# 虚血の評価と治療決定には？

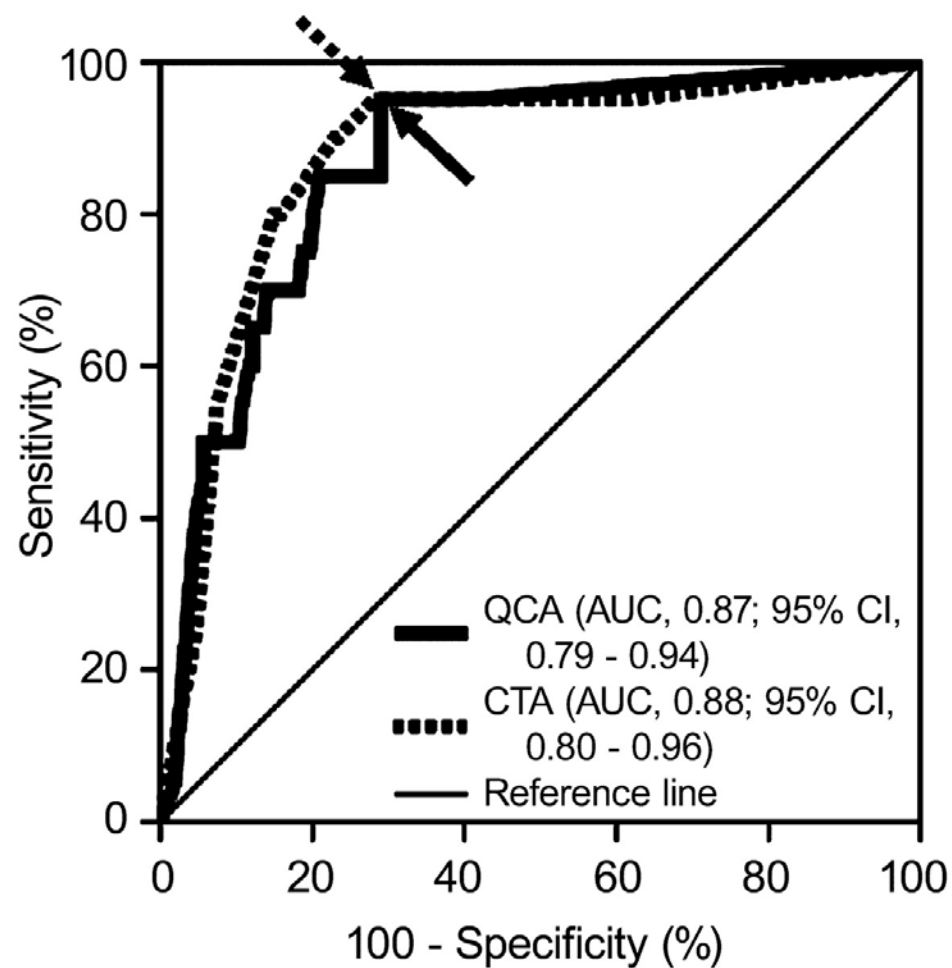
- CAGだけでは虚血の評価は不十分
- CAG以外にどの検査法が良いのかは保険による制限や診療点数の関係もあり、学問的な面では決定できない
- 当院もPCI100件を越えた今日、患者さんの状態に応じてCT, 負荷SPECT、Fusion image、FFRなどを組み合わせて診療していくことも考えてください



# 当院でのFusion image症例

解剖学的/機能的 虚血の判定	CT高度Calc	GEAの確認	CTO	合計
5	7	3	2	17

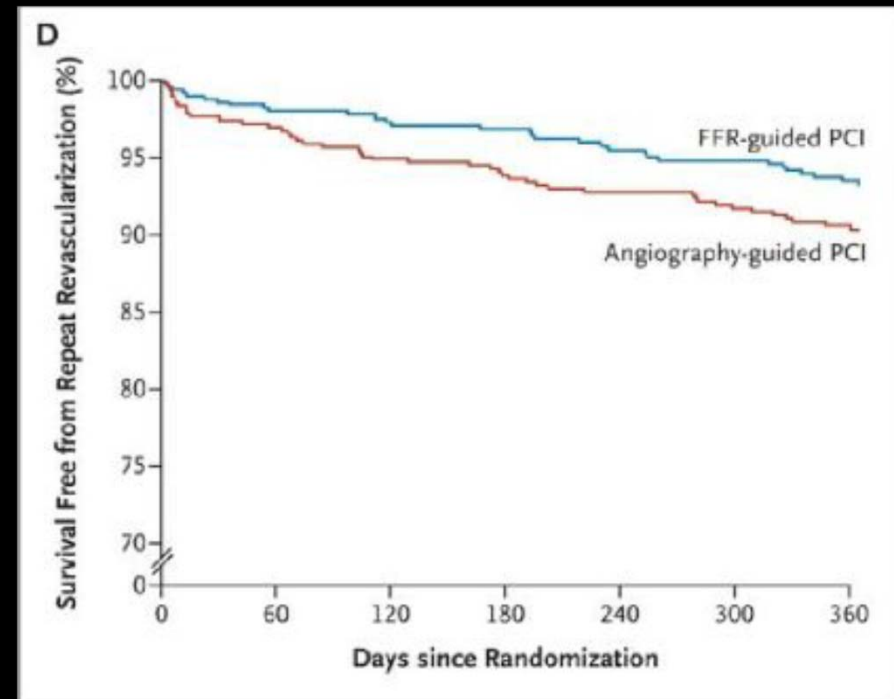
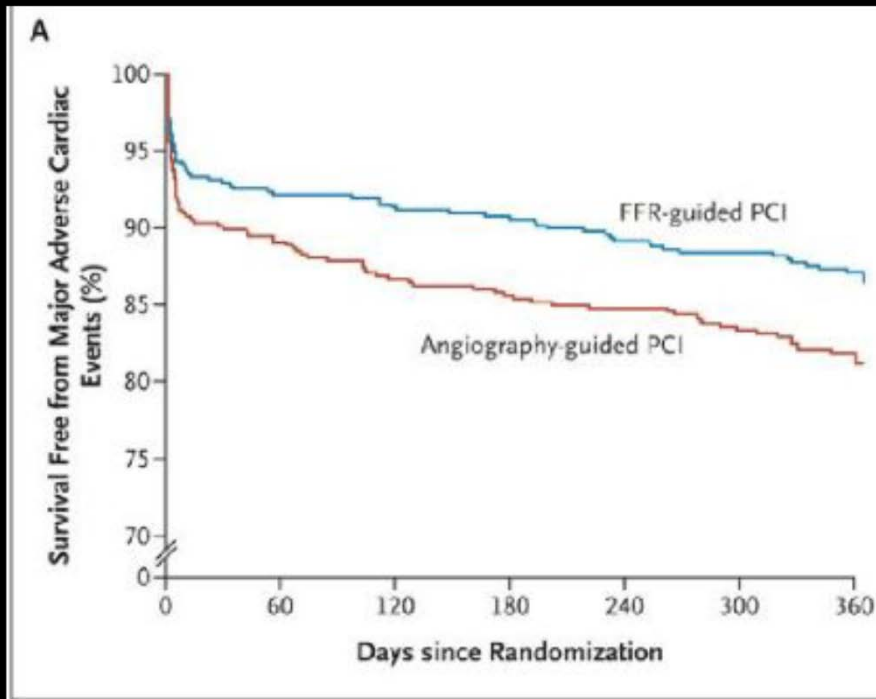
**ROC curves for comparison of diagnostic performance of quantitative coronary angiography (QCA) and CT angiography (CTA) in the detection of purely reversible perfusion defects at mvocardial perfusion imaging.**



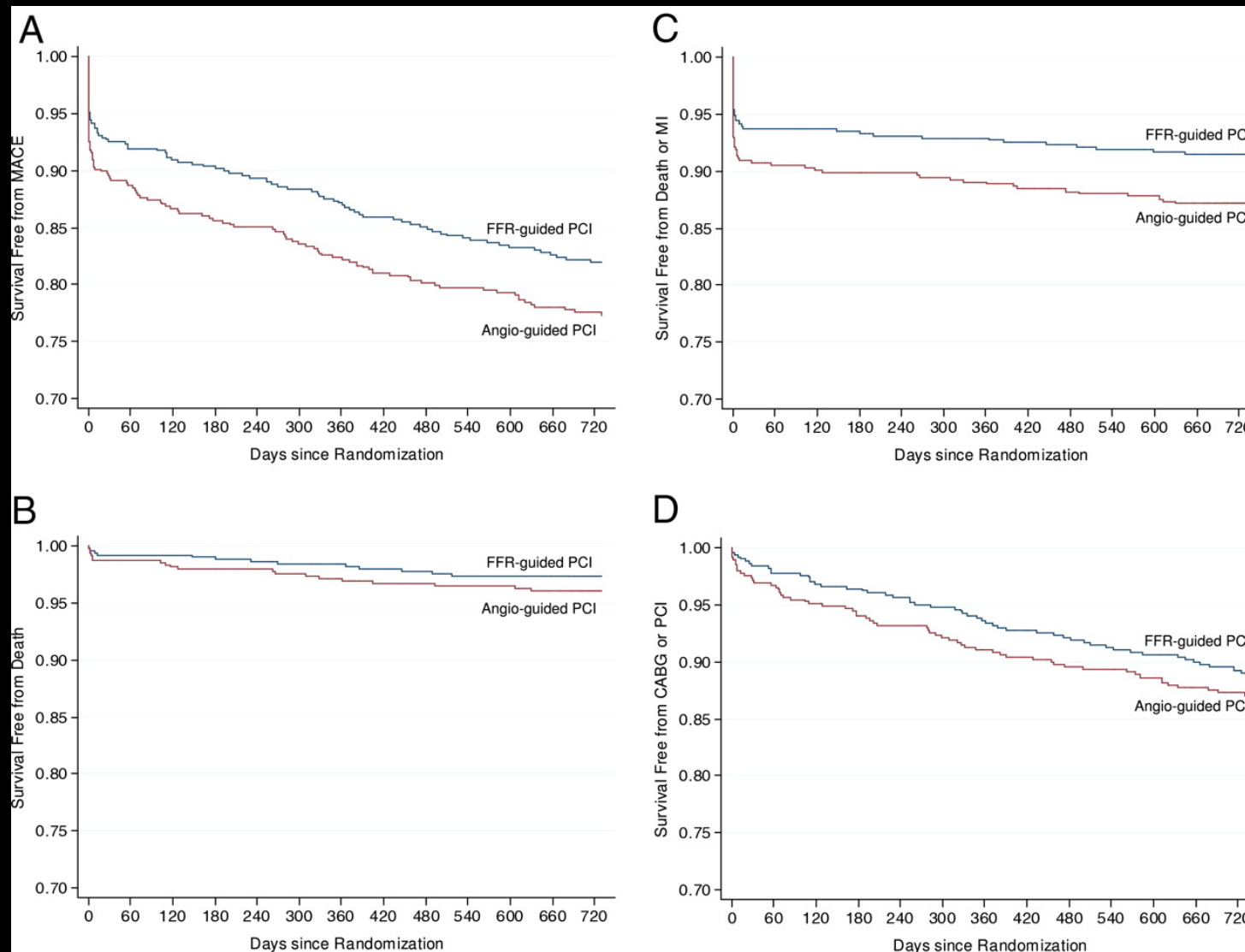
Gaemperli O et al. Radiology 2008;248:414-423

Radiology

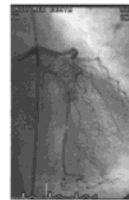
# 多枝の冠動脈疾患への冠動脈造影のみとFFR併用によるDESの予後



# 多枝の冠動脈疾患への冠動脈造影のみとFFR併用によるDESの予後 (2年間の検討)



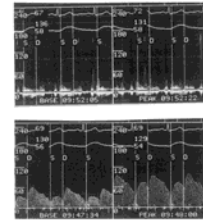
A  
E.E. 78yW



CFX  
1.1

LAD  
2.0

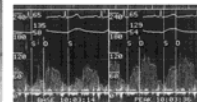
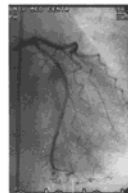
rCVR = 0.5



FFR =  $\frac{32}{96} = .33$

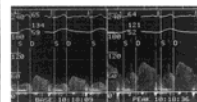
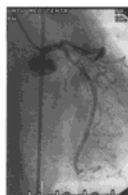
B  
E.E. 78yW

PTCA



CFR=1.5

STENT



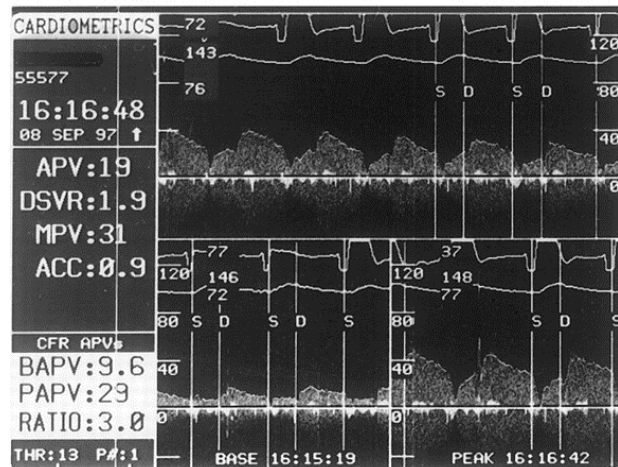
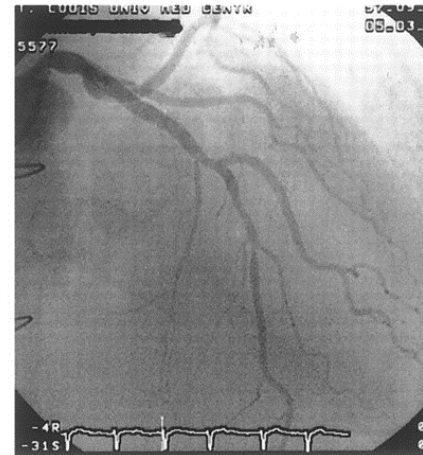
CVR = 2.0, FFR = 1.0  
rCVR = 1.0

Kern M J Circulation 2000;101:1344-1351

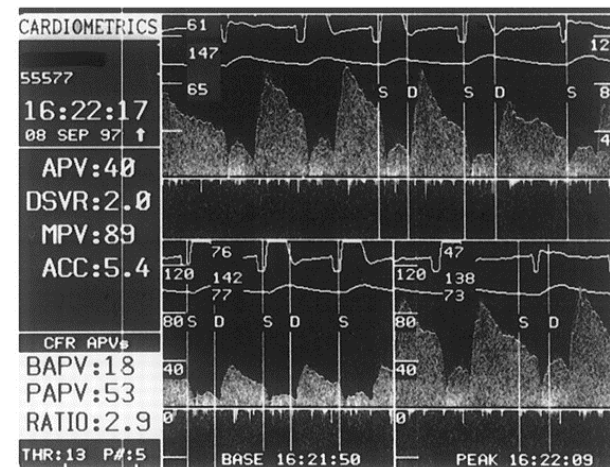
**J.M.**

**CVR:**

**LAD     2.9**  
**CFX     3.0**  
**rCVR    0.9**



**CFX**



**LAD**

**Kern M J Circulation 2000;101:1344-1351**

# 当院でのFusion image症例

解剖学的/機能的 虚血の判定	CT高度Calc	GEAの血流確認	CTO	合計
5	7	3	2	17



# T.U 75歳 男性

- 体の浮遊感で来院。脳神経学的には異常なく、内科受診した。その時の心電図でST低下を認め、精査となる
- DM(-),高血圧症(-)、脂質異常症(-)