

モーニングセミナー 2017.9.21

冠動脈バイパス術

心臓血管外科 榊原 裕

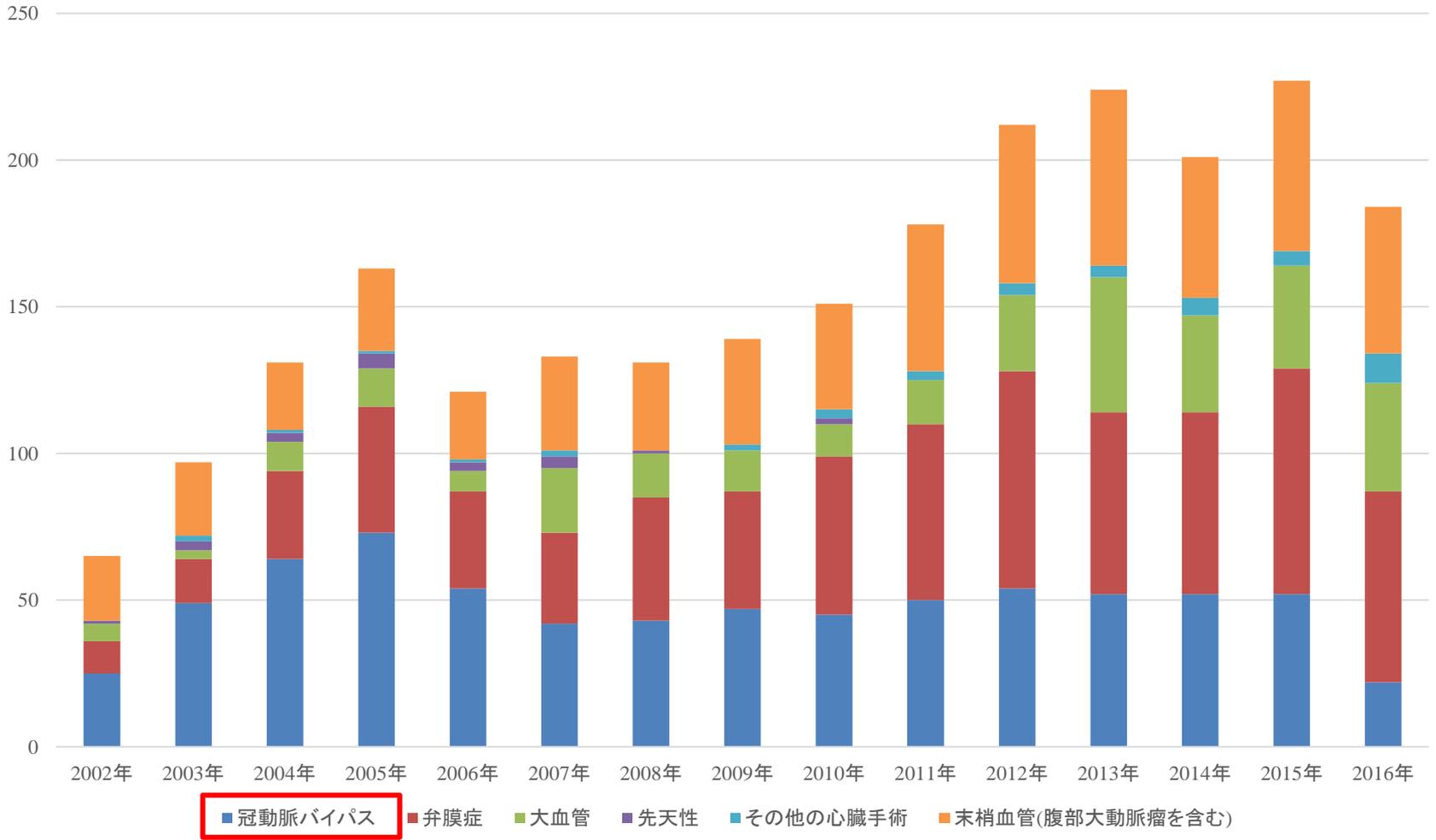
本日のMenu

1. 冠動脈バイパス(CABG)とは
2. CABG か、それとも PCIか？
3. 症例提示

当院心臓血管外科で扱う症例

- 虚血性心疾患 : 冠動脈バイパス手術、左室形成術
- 弁膜症 : 弁置換術、弁形成術、...
- 胸部大動脈瘤 : 人工血管置換術、ステントグラフト (TEVAR)
- 先天性心疾患 : ASD、VSD
- その他 : 左房粘液腫摘出術
- 腹部大動脈瘤 : AAA (人工血管置換術)、ステントグラフト
- 末梢血管系 : F-Fバイパス F-Pバイパスなど
- ペースメーカー : 今は循環器内科

当院 手術分野別年次推移



冠動脈バイパス術

Coronary Artery Bypass Grafting

冠血行再建術の年次推移

- 1946年: 内胸動脈心筋内埋め込み術に成功。“Vineberg”
- 1962年: 冠動脈バイパス術(CABG)に成功。“Favaloro”
- 1968年: 内胸動脈(ITA)の試用“Green”
- 1970年: 国内初のCABG、冷却心筋保護法の導入、大伏在静脈(SVG)によるCABGの標準化、
- 1973年: 橈骨動脈(RA)の試用“Carpentier”
- **1977年, GruenzigにてPTCA**
- 1980年: 内胸動脈(ITA)の標準化

- 1987年: 胃大網動脈(GEA)の試用“須磨、Pym”
- 1990年: 動脈グラフトの多用、常温心筋保護法
- 1994年: MIDCAB, **OPCAB**の提唱。“Benetti”
- 1995年: 本邦でのMIDCAB, **OPCAB**の導入
- 2000年: Robotic surgeryの試用
- 将来の展望～:



人工心肺を用いない
心拍動下に行う

遺伝子治療 (bFGF etc)

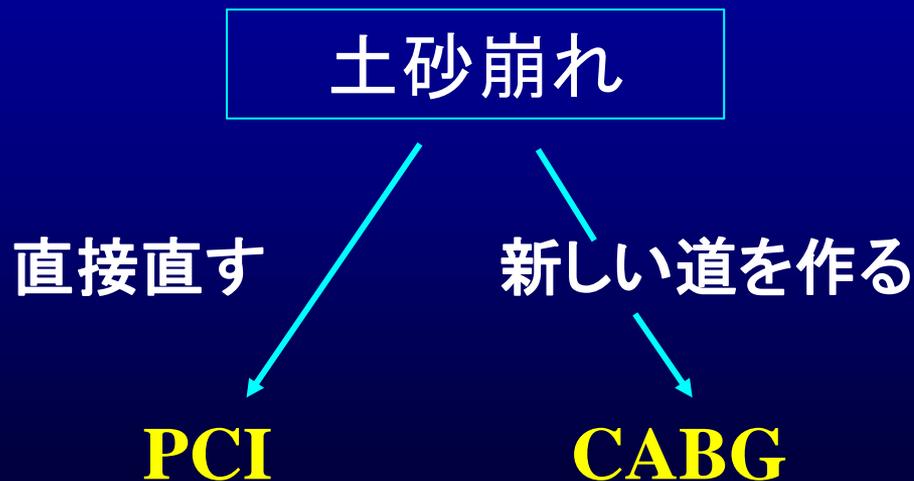
再生療法 (心筋細胞移植)

バイオCABG等

CABGとは？

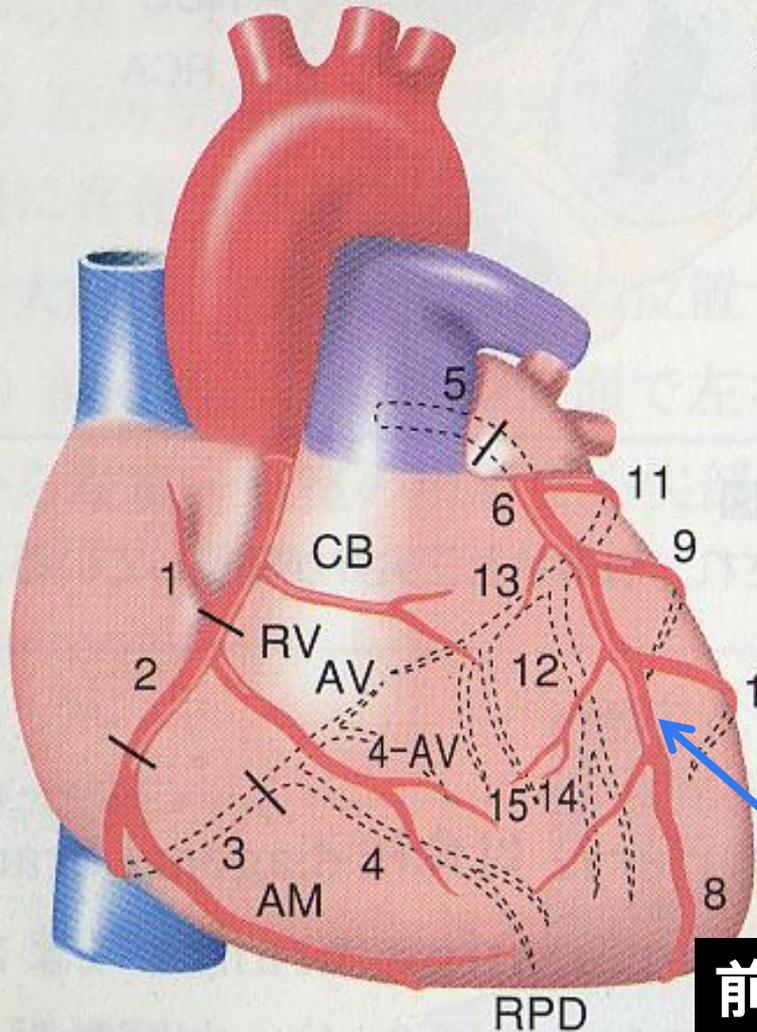
CABG: 狭窄した冠動脈に対し、狭窄部位はさわらず新しい血路を作成する。

PTCA: 狭窄部位に対し、直接拡張を行う



冠動脈

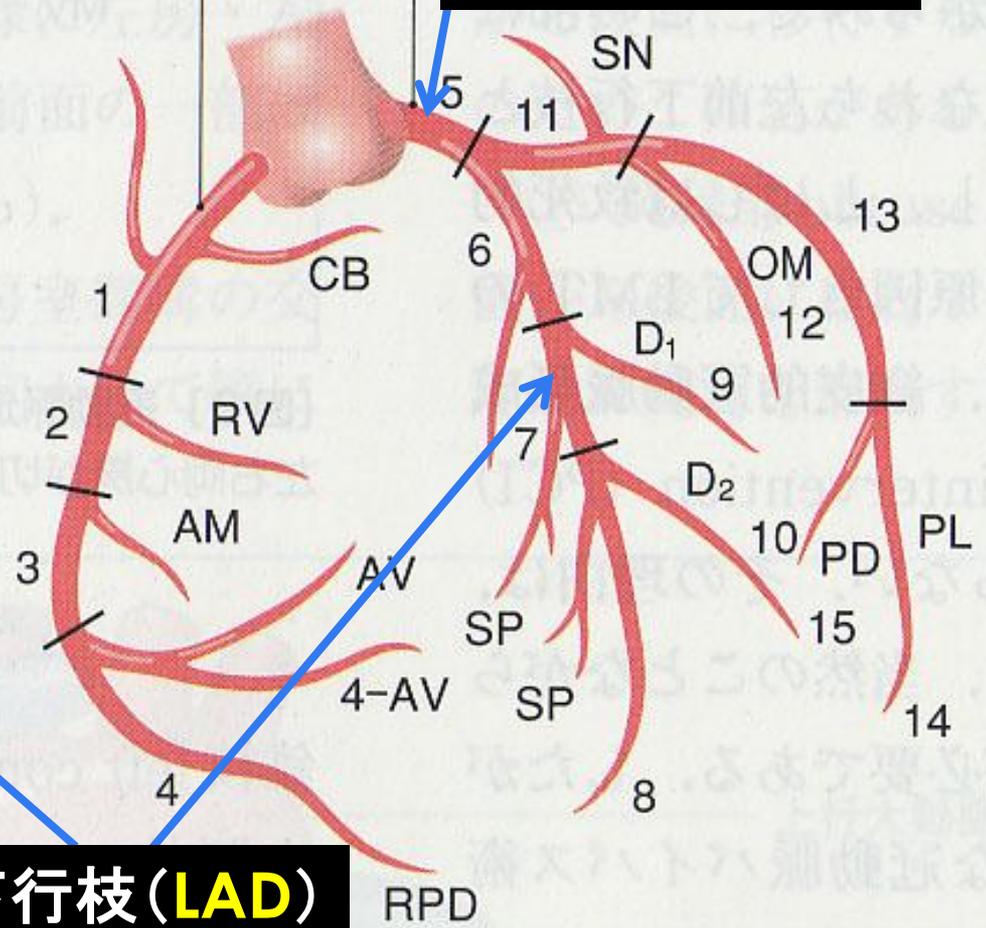
冠動脈立体図



冠動脈平面図

右冠動脈

左主幹部 (LMT)



前下行枝 (LAD)

冠動脈

左主幹部 (**LMT**) : LAD、Cxの根本なので、ここに狭窄が生じると広範囲な虚血を生じる

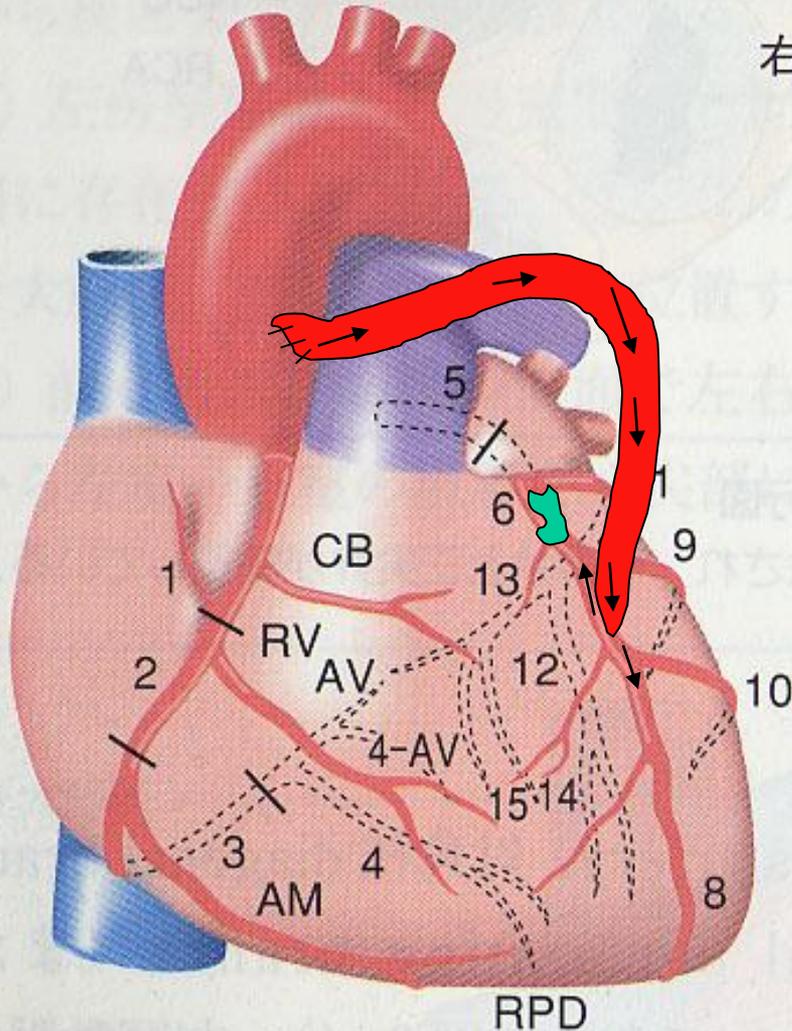
前下行枝 (**LAD**) : 全身に血液を送る左心室の中隔や前壁に血液を供給

回旋枝 (**Cx**) : 左心室の後壁、下壁に血液を供給

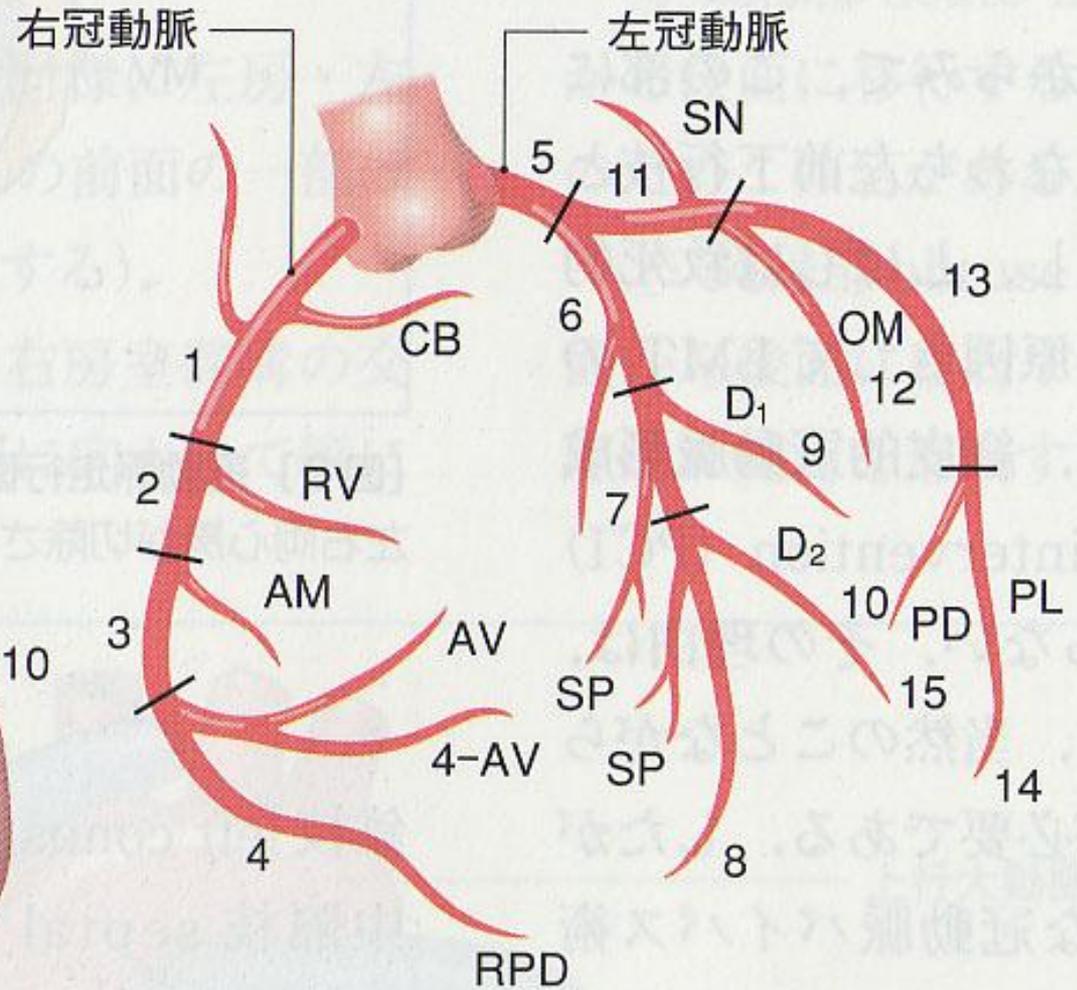
右冠動脈 (**RCA**) : 右心室や左心室の下壁に血液を供給
洞房結節、房室結節への血液を供給することが多い(リズムに影響)

冠動脈

冠動脈立体図

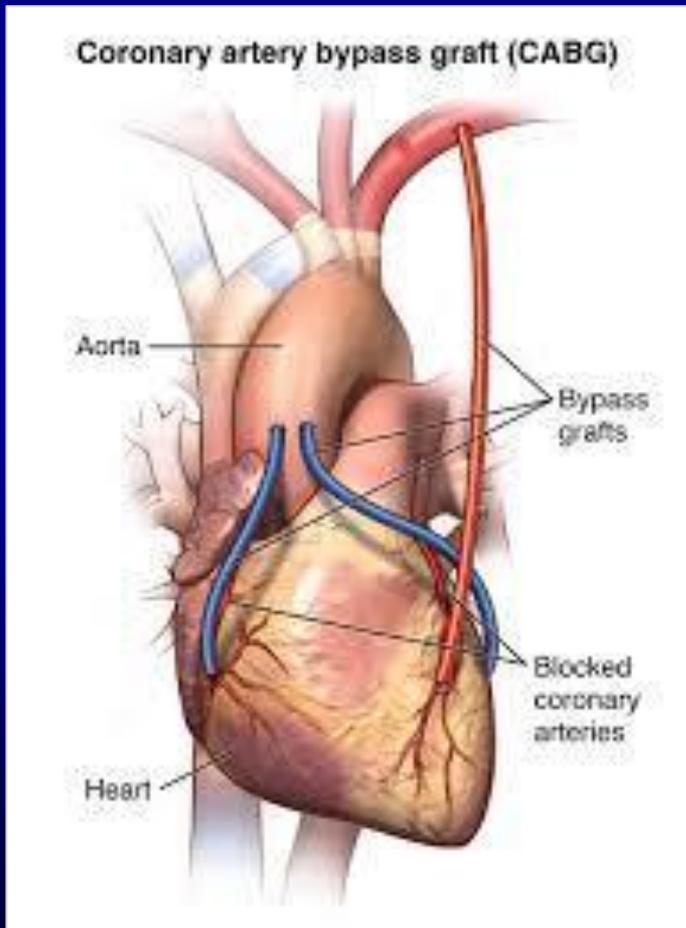


冠動脈平面図



CABGを成功させるためには

いかに長期開存するバイパスをつくるか
＝生命予後がいい



1. どこにバイパスするか
2. Graftに何を使用するか
3. バイパスのデザインは
4. 手術戦略をどうする

CABGを成功させるために

どこにバイパスするか



基本は

血管性状が良好
太い
できれば中枢側

手技的にやり易い

CABGを成功させるために

グラフトとして何を使用するか

- ◆ 内胸動脈 (**ITA**: internal-thoracic artery)
- ◆ 大伏在静脈 (**SVG**: Saphenous vein graft)
- ◆ 橈骨動脈 (**RA**: Radial artery)
- ◆ 胃大網動脈 (**GEA**: gastroepiploic artery)

内胸動脈 (ITA : internal-thoracic artery)

【長所】

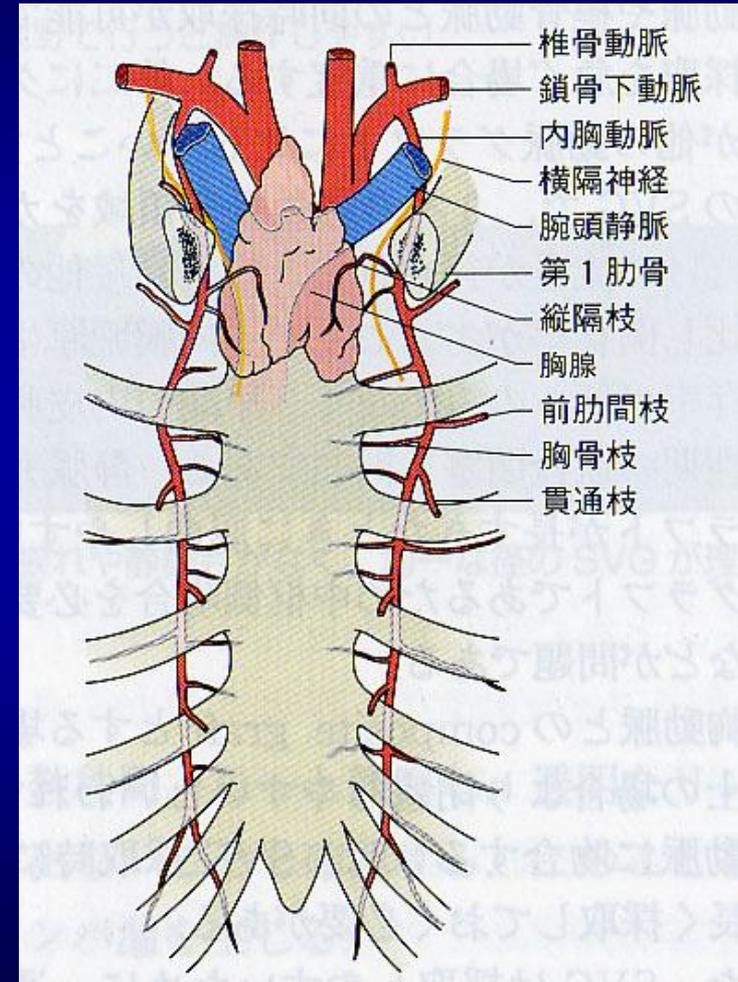
最も長期開存が期待できる。

有茎グラフト (in-situ)

【短所】

両側ITAを使うと、胸骨・創部感染リスクが増加する。

→ 縦隔炎(致命的合併症)



Bestグラフトなので最も重要なLADにつなぐことが多い

橈骨動脈(RA: Radial artery)

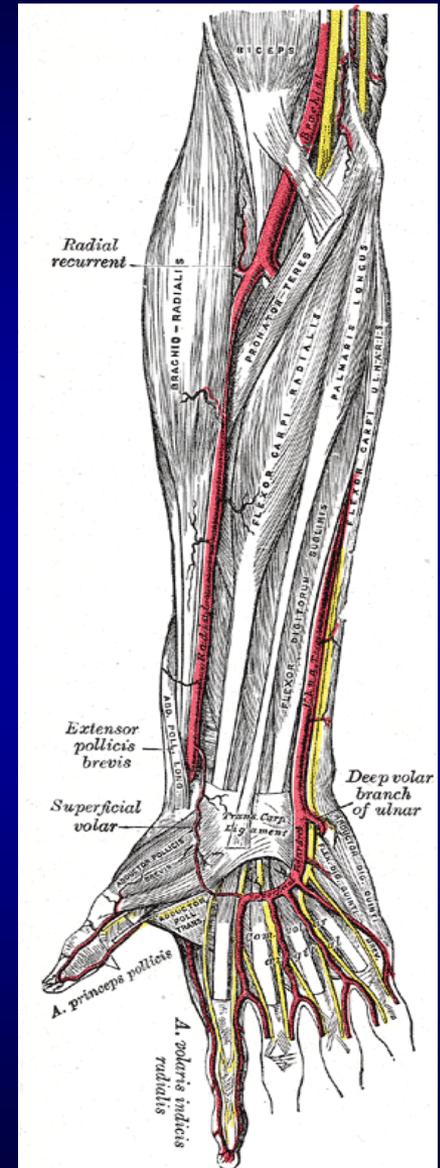
【長所】

- ・ITAと同時採取可能
- ・長期開存は概ね良好

【短所】

- ・時に石灰化あり
- ・スパズムを起こしやすい
- ・透析患者では使えない

術前echo → RAの質の評価(血管径、石灰化)
Allen'sテスト→ RAを使用しても手の虚血を生じないかをチェックする



大伏在静脈(SVG:Saphenous vein graft)

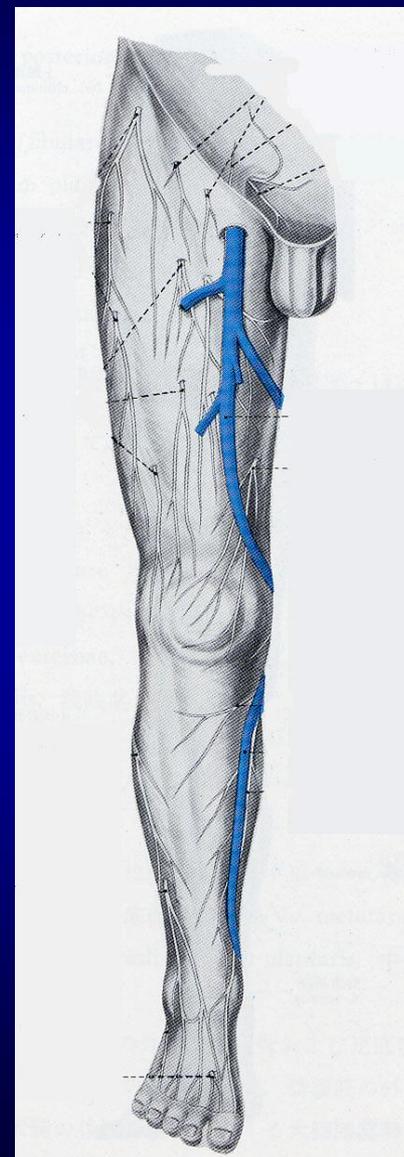
【長所】

- ・採取が簡単、緊急時に有利
- ・グラフトとの長さは無制限
- ・LITA、RITAと同時に採取可能
- ・グラフト流量が他のグラフトより多い
- ・内視鏡で採取可能

【短所】

- ・開存率は動脈グラフトに劣る

※緊急時ルートがここから取られていることがあるので要注意！



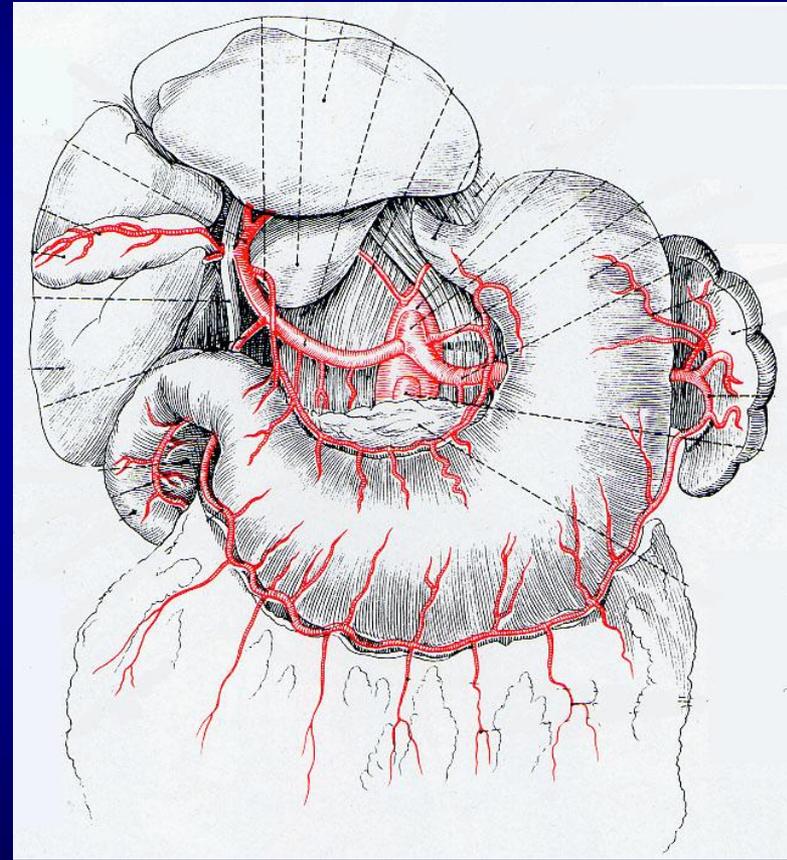
胃大網動脈 (GEA : gastroepiploic artery)

【長所】

- ・有茎、動脈グラフト (in-situ)

【短所】

- ・開腹の必要があり、ITAとは同時採取できない
- ・開腹歴、胃潰瘍の既往がある時は、原則使用できない。
- ・流量が少ない
- ・CABG後に開腹手術を行う際に邪魔になる、時折sacrificeされる。



グラフトの選択

- **基本的にLITA**は用いる。(通常はLADへ)
- 若年者(65歳以下)には極力両側ITAを用いる。
- その他はRA、SVG、GEAで補う。

開存率からみたグラフト

ITA > > > **RA, SVG, GEA**
95 60 55 55-60

グラフト 採取

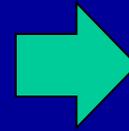


CABGを成功させるために

バイパスのデザイン

平均バイパス数 3.5本

使用できるグラフトが限られている
グラフトの長さに制限がある



**グラフトが
足りない**

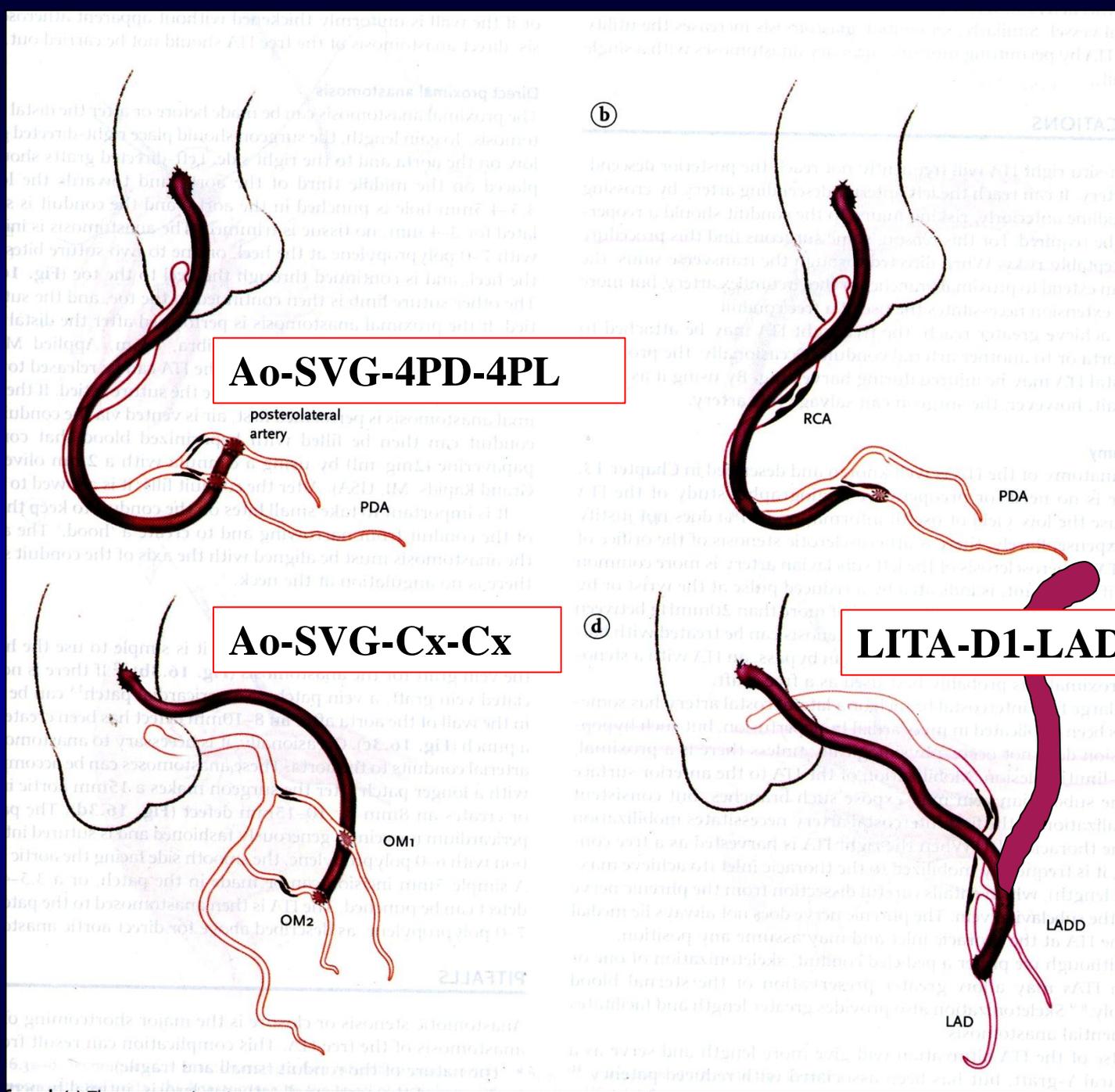
Sequential graft

Composite graft

Sequential graft

1本のグラフトで2か所以上の吻合をする。
グラフトを節約できるが、問題がおこると被害も大きくなる可能性がある。

途中下車



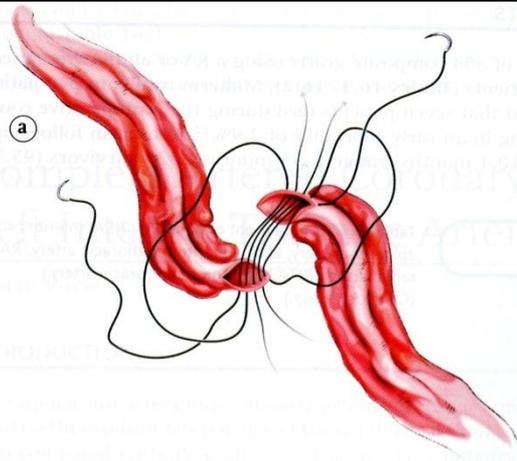
Composite graft

2本のグラフトをつないで作る

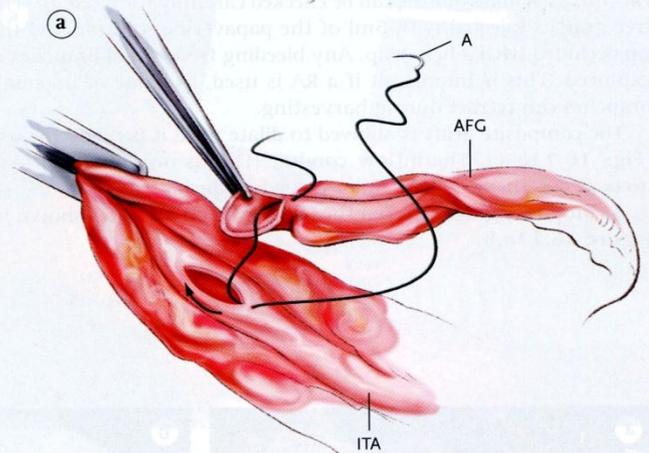
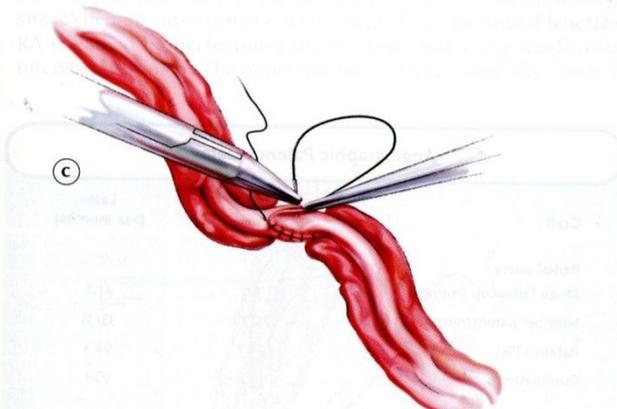
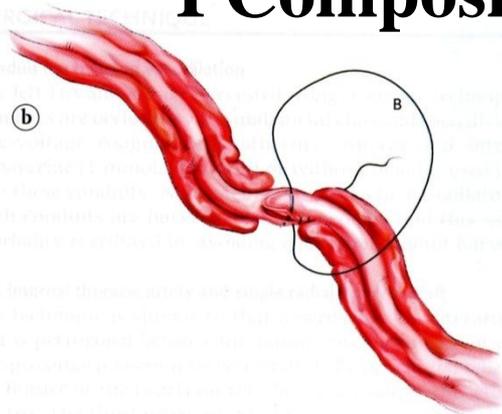
◆ ストレート

◆ Y字

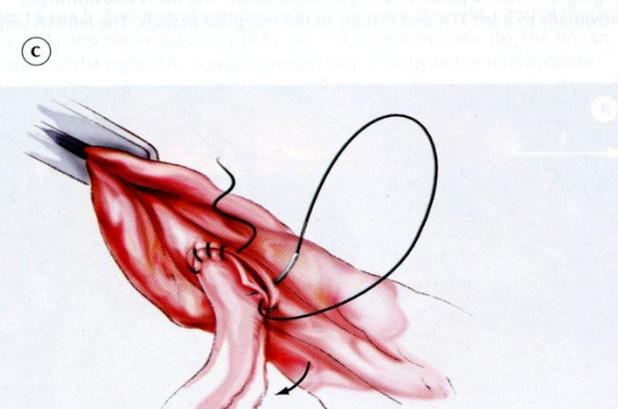
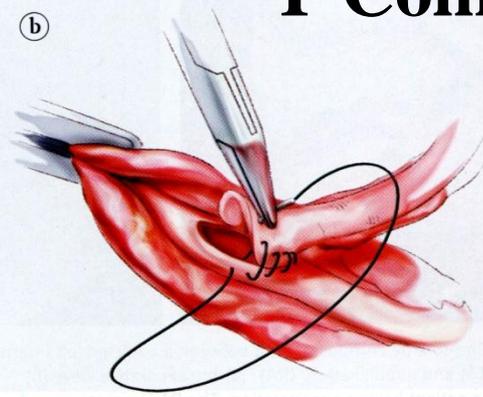
あまり成績が良くない



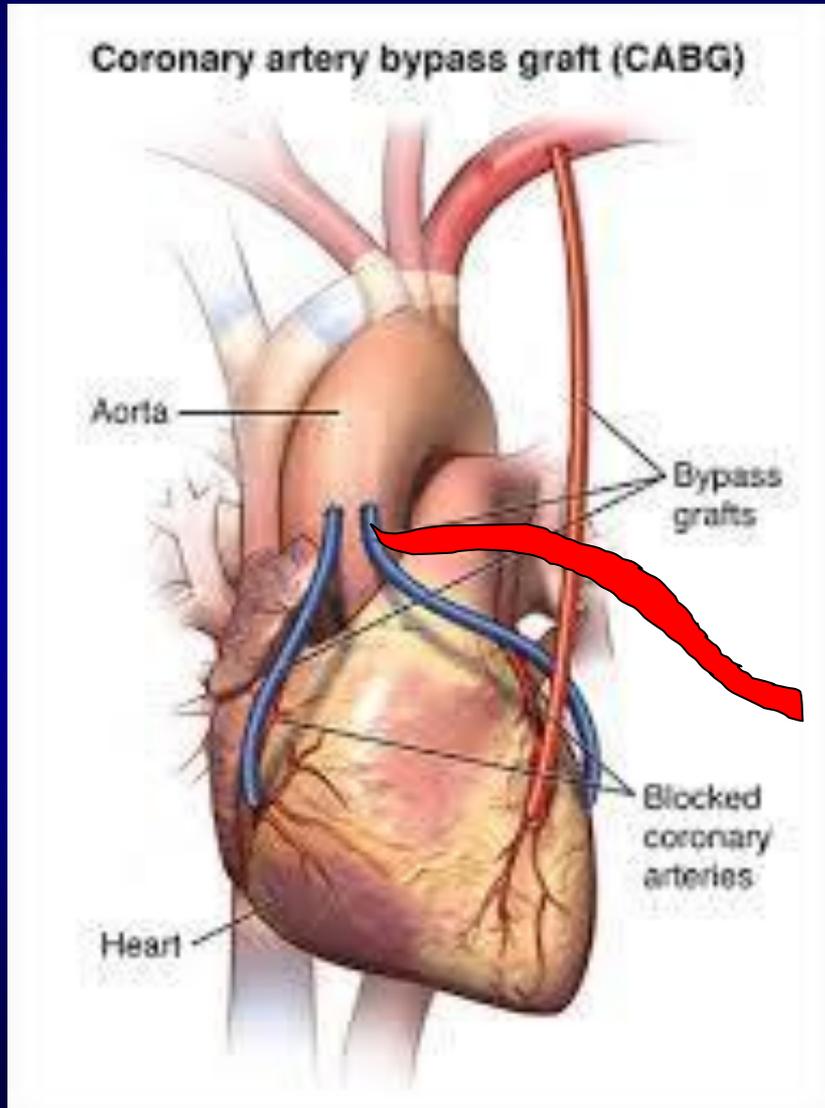
I Composite



Y Composite



Composite graft 2



LITAやRITAを切離し、SVG
やRAの中枢側に吻合して
Y字とする

CABGを成功させるために

手術戦略をどうする

CABGの戦略

+

各々Ptの全身状態、リスク、予後
などを考慮しての戦略

Totalでベストと思われる戦略を考える
心臓だけ良くなっても意味がない。

冠動脈バイパス 術式の種類

- CABG
(coronary artery bypass grafting)
- On pump beating CABG
- OPCAB
(off pump coronary artery bypass)

冠動脈バイパス 術式の種類

- CABG
(coronary artery bypass grafting)
- On pump beating CABG

人工心肺 (pump) 使用

- OPCAB
(off pump coronary artery bypass)

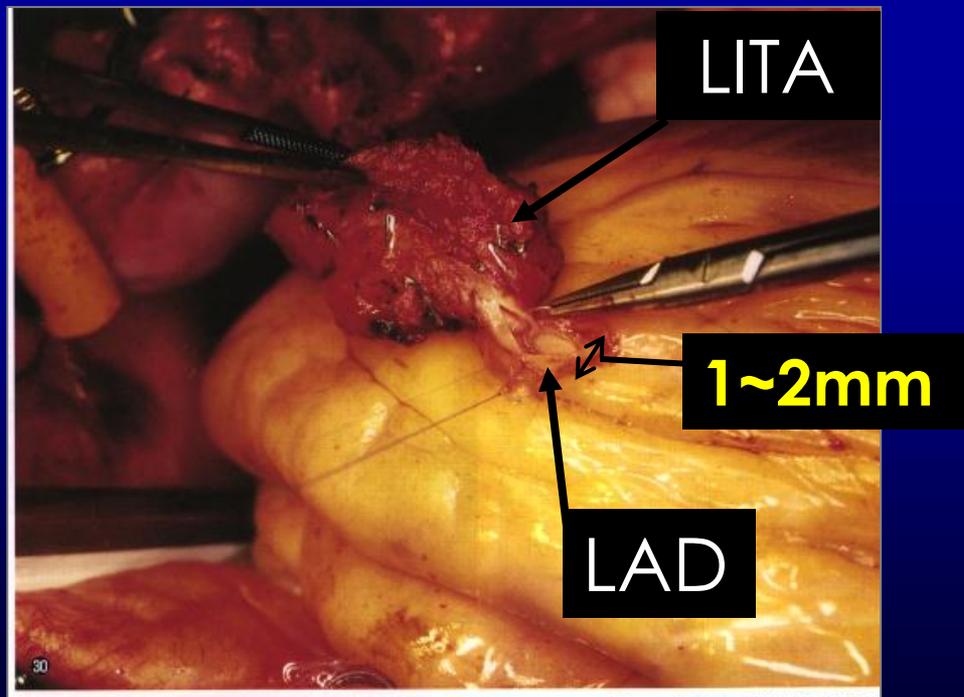
人工心肺 (pump) を使用しない

人工心肺 使用によるMerit

1. 体循環の安定化ができる

臓器灌流を確実に維持できる。体温をコントロールすることができる。

2. 心停止下では非常に良好な視野が得られる



人工心肺 による弊害(合併症)

1. 非生理的循環動態 (拍動がない)

臓器灌流が悪くなる: 脳、腎、肝の機能不全など

2. 大動脈の操作に伴う機械的合併症

脳梗塞; 上行大動脈の操作で↑

予防  術前CT、術中直接エコーの重要性

3. 凝固機能の低下→出血

ヘパリン使用、低体温

4. 免疫力の低下、SIRS励起

感染(創部感染、肺炎)

SIRA : Systemic Inflammatory Response Syndrome

CABG (心停止)

長所 良好な視野で吻合しやすい、吻合部の制限がない
短所 人工心肺使用の合併症の可能性はある

OPCAB

長所 人工心肺による合併症がない、侵襲が少ない
短所 より高い吻合技術が必要、
吻合部位の制限がある (グラフトの長さ、血行動態の維持)
→ MRの有無、心臓の大きさ、心機能

On pump beating (人工心肺は使用するが心停止はしない)

長所 拍動流が可能、脳梗塞合併症、侵襲がやや少ない
OPCABより吻合部位の制限が少ない
短所 人工心肺使用の合併症の可能性はある

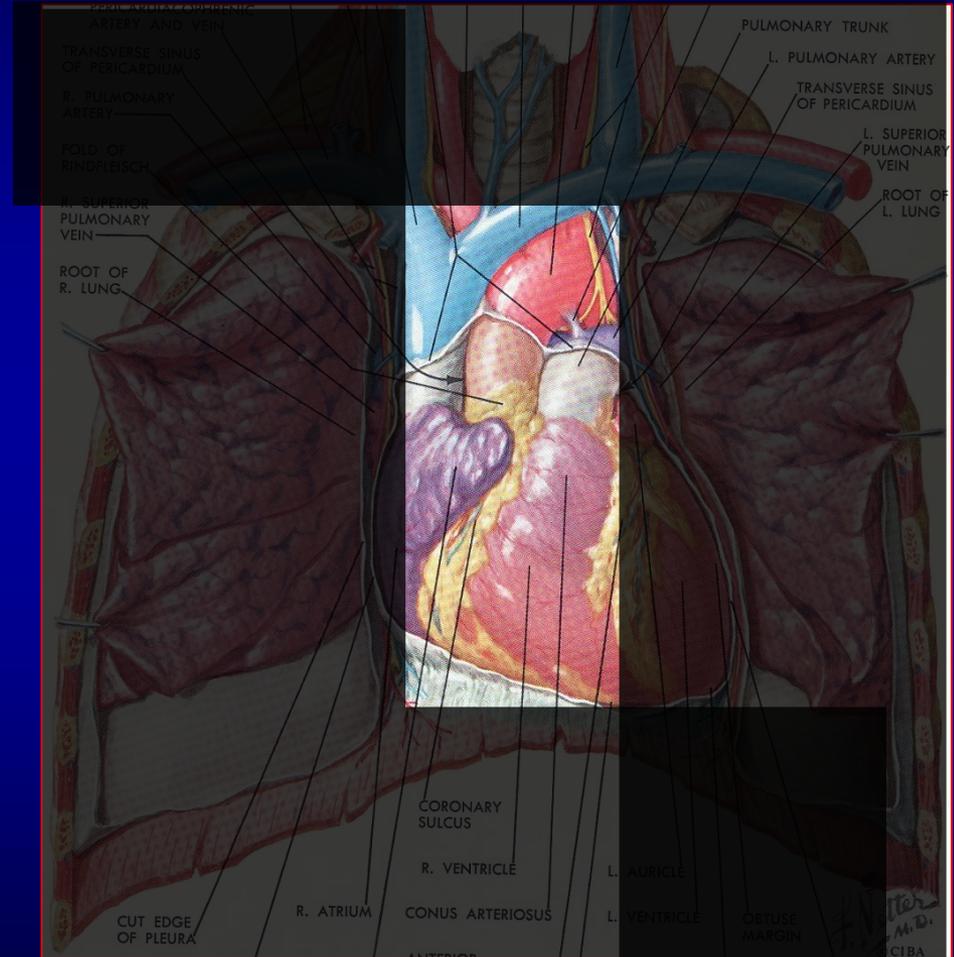
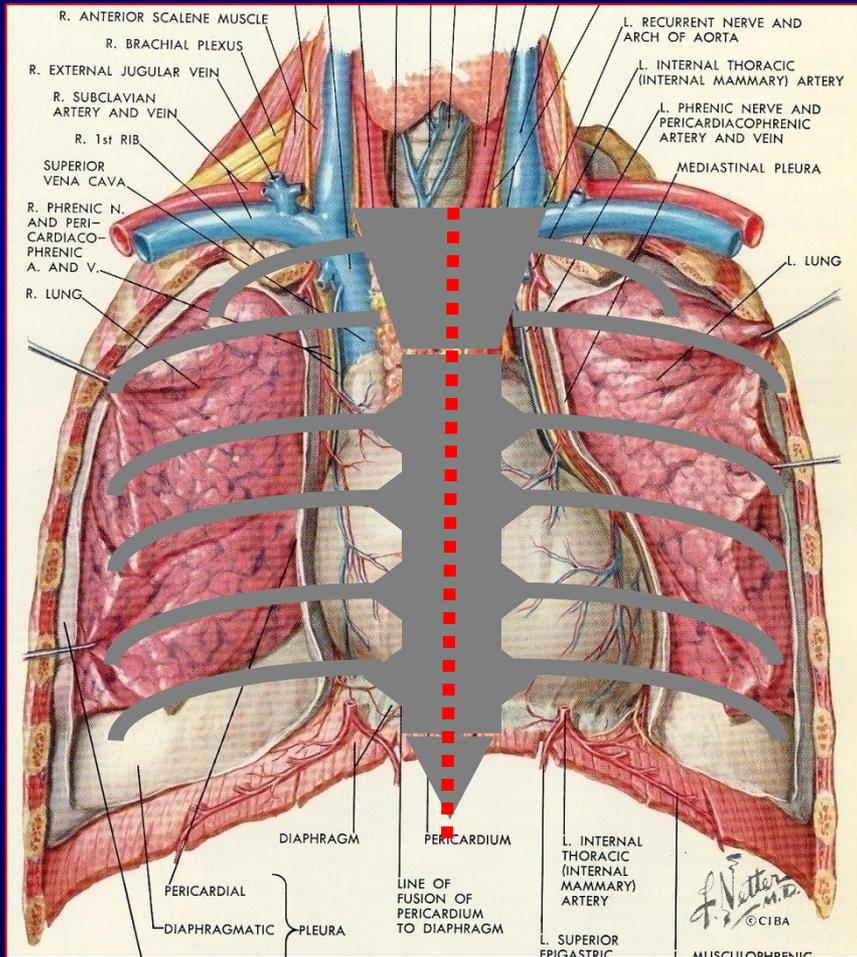
上行大動脈石灰化



術中直接エコー (Epi-aortic echo)



心臓周囲組織の解剖



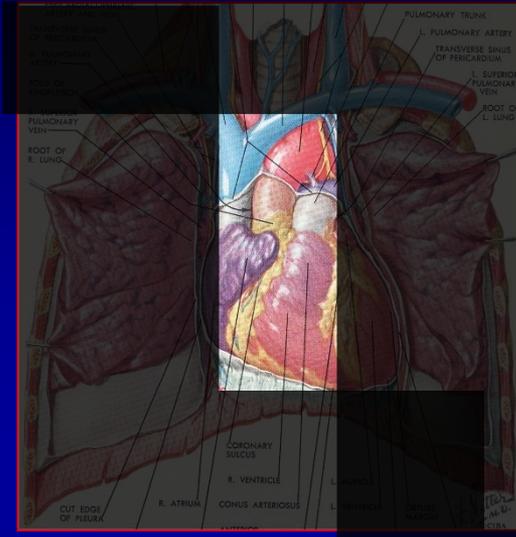
OPCAB

Cx、RCA領域には心臓の脱転が必要→血行動態の変動(悪化)

血行動態の維持が前提

本来、バイパスすべき太い、中枢側にバイパスできない可能性

吻合ポジションにより、本来より必要な長さより長いグラフトが必要なる



OPCABとは

CABGの戦略

+

各々Ptの全身状態、リスク、予後
などを考慮しての戦略

血行再建の観点から

$OPCAB \leq CABG$

OPAB vs CABG

High risk症例にはOPCABが有利(脳梗塞、呼吸機能、腎障害)、それ以外では有意差なし、OPCABの方が平均バイパス本数が少ない。

	<u>OPCAB</u>	<u>CABG</u>
	65	35
	20	80
	10	90
	90	10

どうやって使い分けるか？

■ 完全血行再建

グラフト選択、**グラフトデザイン**

■ 術前状態 緊急、糖尿病、高齢、低呼吸機能...

■ 合併症の可能性

脳梗塞、縦隔炎、低腎機能、低呼吸機能

■ 心臓の状態

EF, LMT病変、MRの有無、
心臓の大きさ(LVDd、胸部Xp、CT)
冠動脈の性状(太さ、吻合予定場所)

術式の選択



CABG vs PCI

CABG vs PCI

CABG と PCI の特徴

	CABG	PCI
侵襲度	大	小
麻酔	全身麻酔	局所麻酔
造影剤による腎障害	なし	あり
手技時間	長時間	短時間
繰り返し施行	困難	可能
死亡率	1%	<0.1%
再度の血行再建	少ない	多い
生命予後に関するエビデンス	多い	少ない
短期のコスト	高額	少額
完全血行再建	一度で完成	数回で完成 再入院

循環器病の診断と治療に関するガイドライン（2010年度合同研究班報告）

虚血性心疾患に対するバイパスグラフトと 手術術式の選択ガイドライン（2011年改訂版）

Guidelines for the Clinical Application of Bypass Grafts and the Surgical Techniques (JCS 2011)

表 PCI, CABG 適応

解剖学的条件		PCI 適応	CABG 適応
1 枝 / 2 枝病変	LAD 近位部病変なし	I A	I A
	LAD 近位部（入口部を除く）病変あり	I C	
	LAD 入口部病変あり	II b C	
3 枝病変	LAD 近位部病変なし	II b B	
	LAD 近位部病変あり	III B	
非保護左主幹部病変	入口部、体部の単独病変あるいは+1枝病変	II b C	
	分岐部病変の単独病変あるいは+1枝病変	III C / II b C*	
	多枝病変	III C	

- ・安定狭心症で、ACS時ではない
- ・解剖学的所見からのエビデンスで、これに全身状態を加味して考えなければならない
- ・長期予後に重きをおいている



The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

[HOME](#)[ARTICLES & MULTIMEDIA ▾](#)[ISSUES ▾](#)[SPECIALTIES & TOPICS ▾](#)[FOR AUTHORS ▾](#)[CME ▶](#)**ORIGINAL ARTICLE**[A Correction Has Been Published ▶](#)

Percutaneous Coronary Intervention versus Coronary-Artery Bypass Grafting for Severe Coronary Artery Disease

Patrick W. Serruys, M.D., Ph.D., Marie-Claude Morice, M.D., A. Pieter Kappetein, M.D., Ph.D., Antonio Colombo, M.D., David R. Holmes, M.D., Michael J. Mack, M.D., Elisabeth Ståhle, M.D., Ted E. Feldman, M.D., Marcel van den Brand, M.D., Eric J. Bass, B.A., Nic Van Dyck, R.N., Katrin Leadley, M.D., Keith D. Dawkins, M.D., and Friedrich W. Mohr, M.D., Ph.D., for the SYNTAX Investigators*

N Engl J Med 2009; 360:961-972 | [March 5, 2009](#) | DOI: 10.1056/NEJMoa0804626

心臓外科医と循環器内科医の協力によるPCIとCABG
の前向き無作為多施設共同研究: SYNTAX 試験

SYNTAX SCORE

SYNTAX SCORE II

Boston
Scientific

CARDIOOLYSIS
Clinical Trial Management - Core Laboratories

Blunt

Central

Eccentric

4. Total occlusion (T.O.)

- a. No
- b. Yes:

5. Trifurcation

- a. No
- b. Yes 
 - i. 1 diseased segment involved
 - ii. 2 diseased segments involved
 - iii. 3 diseased segments involved
 - iv. 4 diseased segments involved

8. Severe Tortuosity

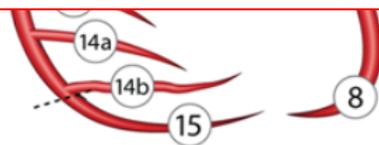
- a. No
- b. Yes

9. Length >20 mm

- a. No
- b. Yes

3. Specific
Click on t

病変枝数および部位, LMT 病変、3 枝病変の存在, CTOの有無, 高度屈曲病変, 高度石灰化, 分岐部病変などの存在, 冠動脈内血栓の有無など、多岐にわたり、有りの場合に加点されscoreが自動的に算出される。

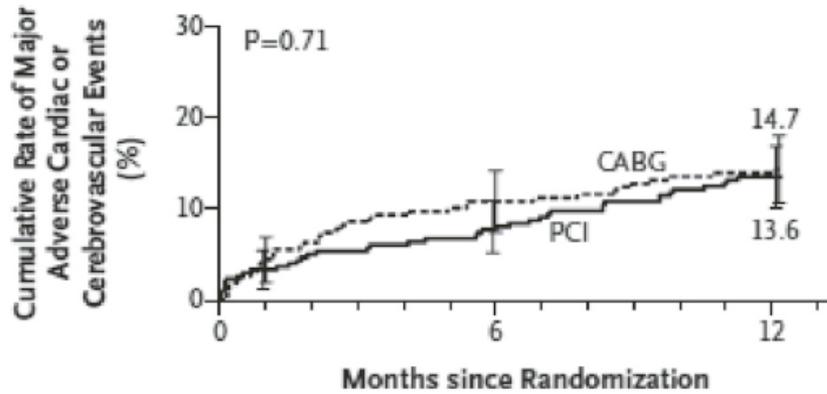


Obtuse marginal	12b	<input type="checkbox"/>
Distal circumflex	13	<input type="checkbox"/>
Left posterolateral	14	<input type="checkbox"/>
Left posterolateral	14a	<input type="checkbox"/>
Left posterolateral	14b	<input type="checkbox"/>
Posterior descending	15	<input type="checkbox"/>

next

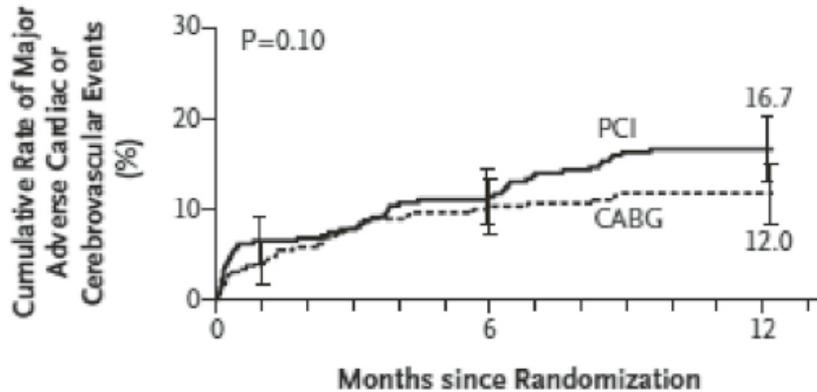
[Click here for segment definitions](#)

A Low SYNTAX Score



SYNTAX score: 0-22

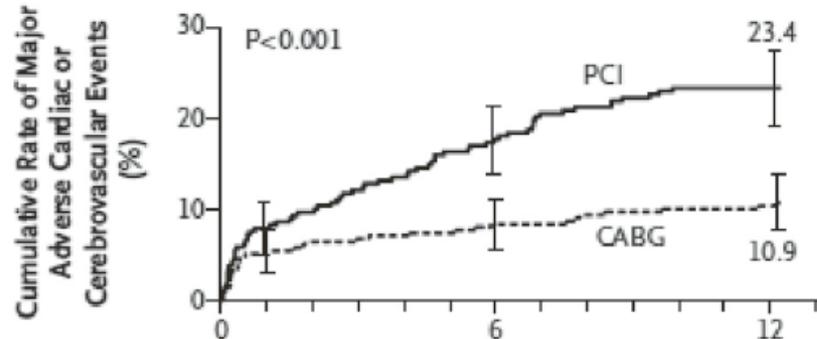
B Intermediate SYNTAX Score



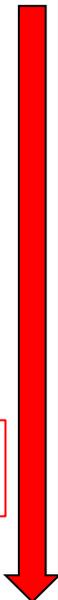
SYNTAX score: 23-32

複雜病變

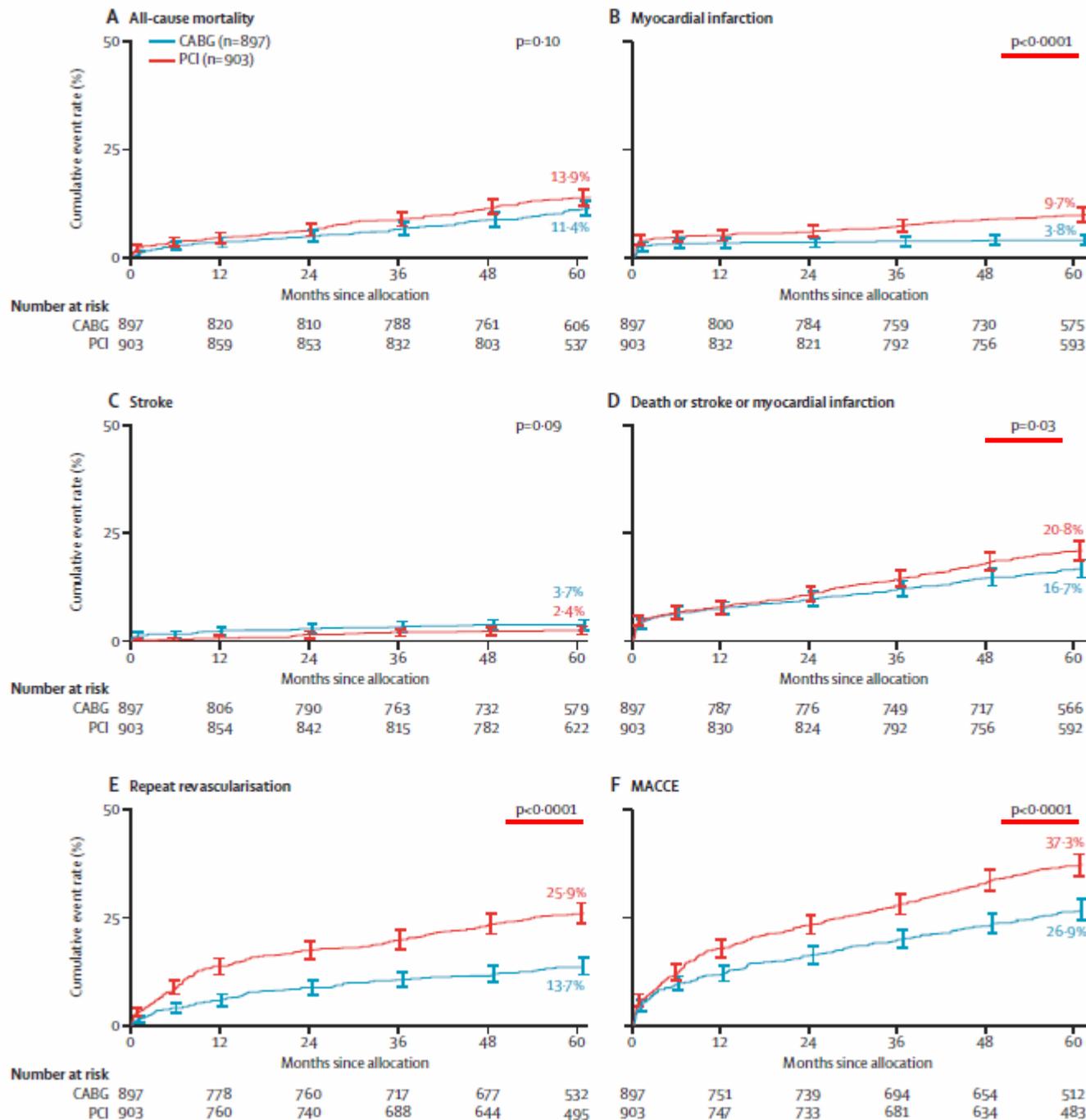
C High SYNTAX Score



SYNTAX score: ≥ 33



SYNTAX trial (5 –years)



では、実際の症例を
見てみましょう！

症例 65歳 M

2-3か月前から労作時の息切れを自覚していたが放置。9月10日に入浴後に呼吸苦と胸部圧迫感あり(死ぬかと思った)、救急要請。

ECGにてV1-5でST上昇、ACS疑いで、CAGへ。

<既往歴>

20歳 痔核ope

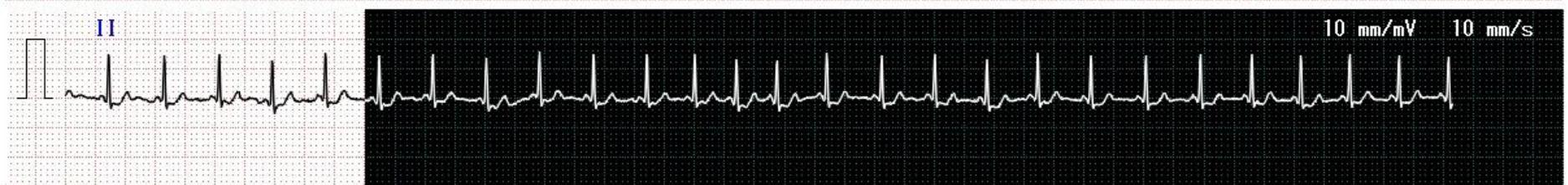
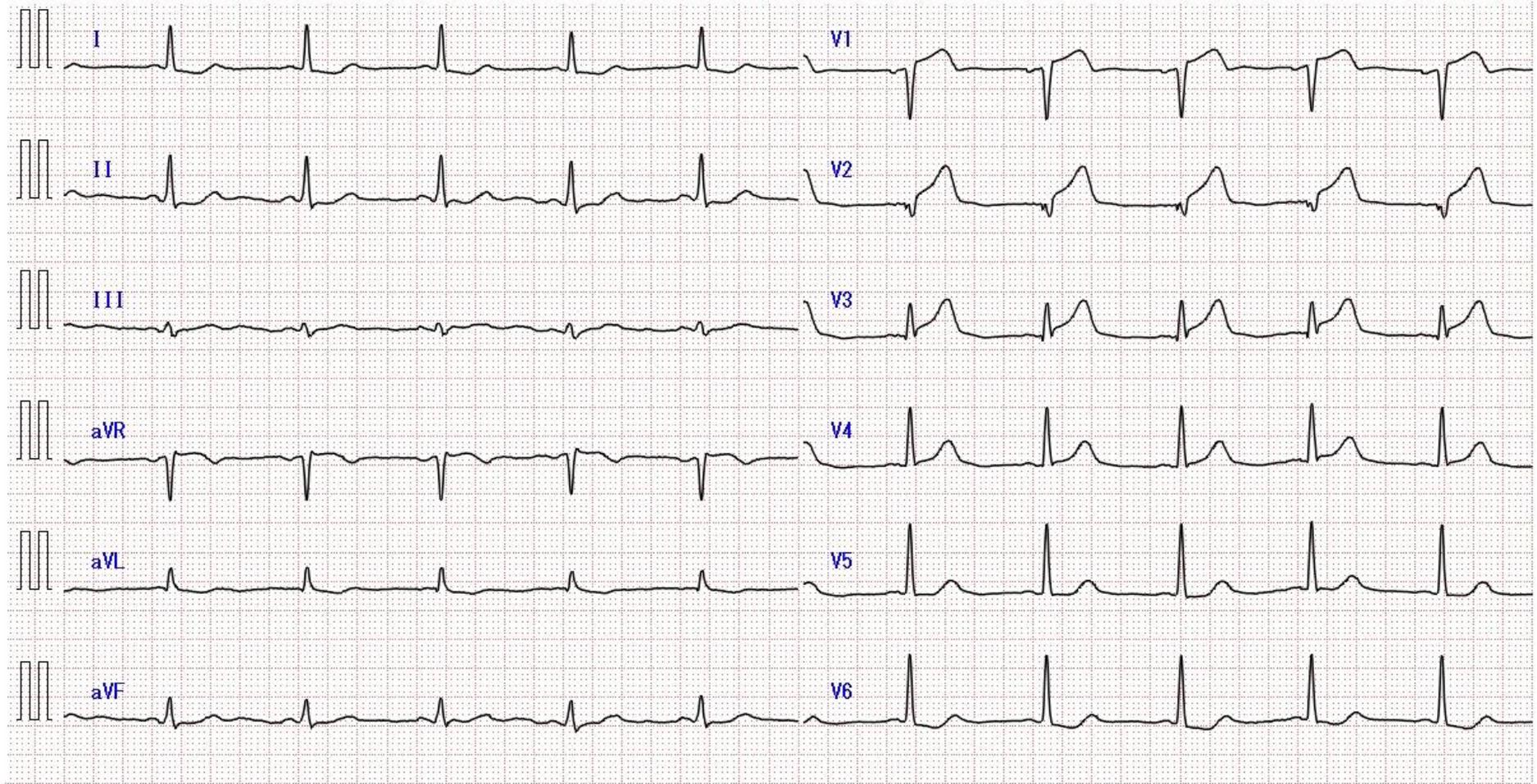
30歳 虫垂炎ope

1年前まで胃潰瘍にて治療中

ECG

HR: 69 10.00mm/mV 25.0mm/s 35Hz 波形同期型: 6chx2

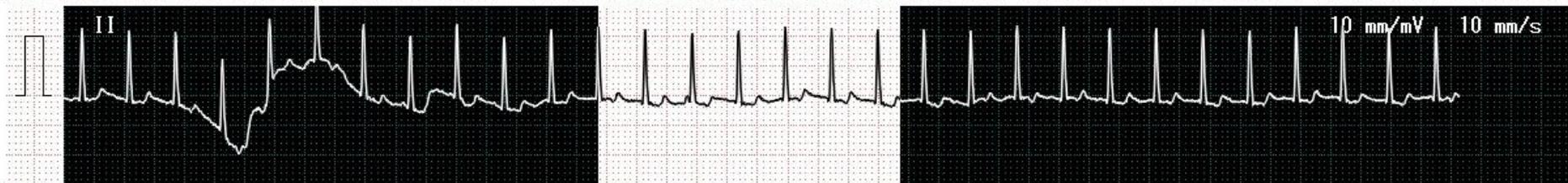
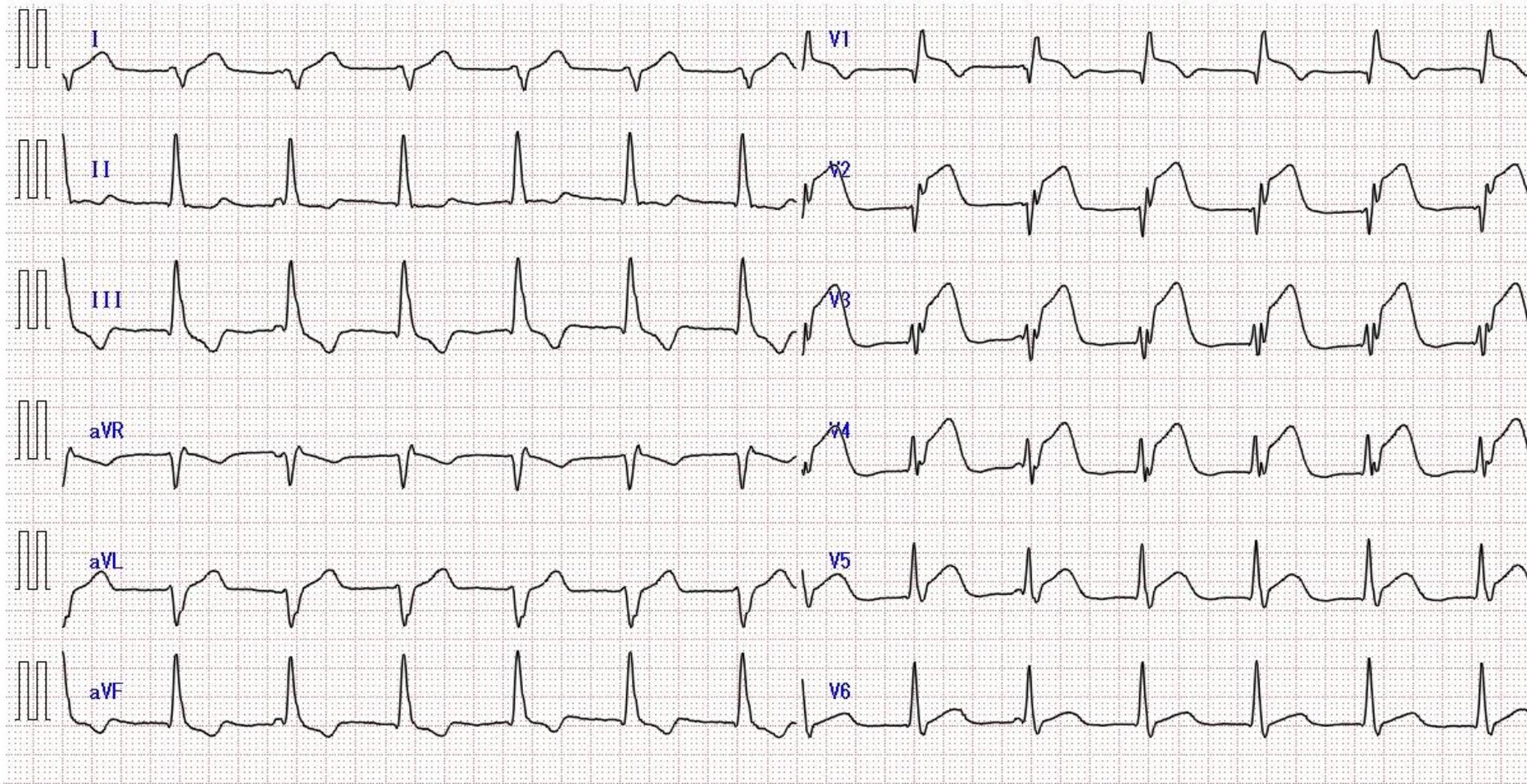
10.00mm/mV 25.0mm/s 35Hz



ECG (15分後)

HR:77 10.00mm/mV 25.0mm/s 35Hz 波形同期型:6chx2

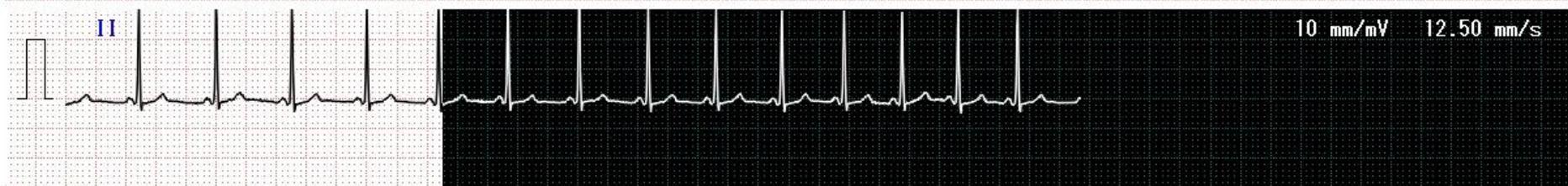
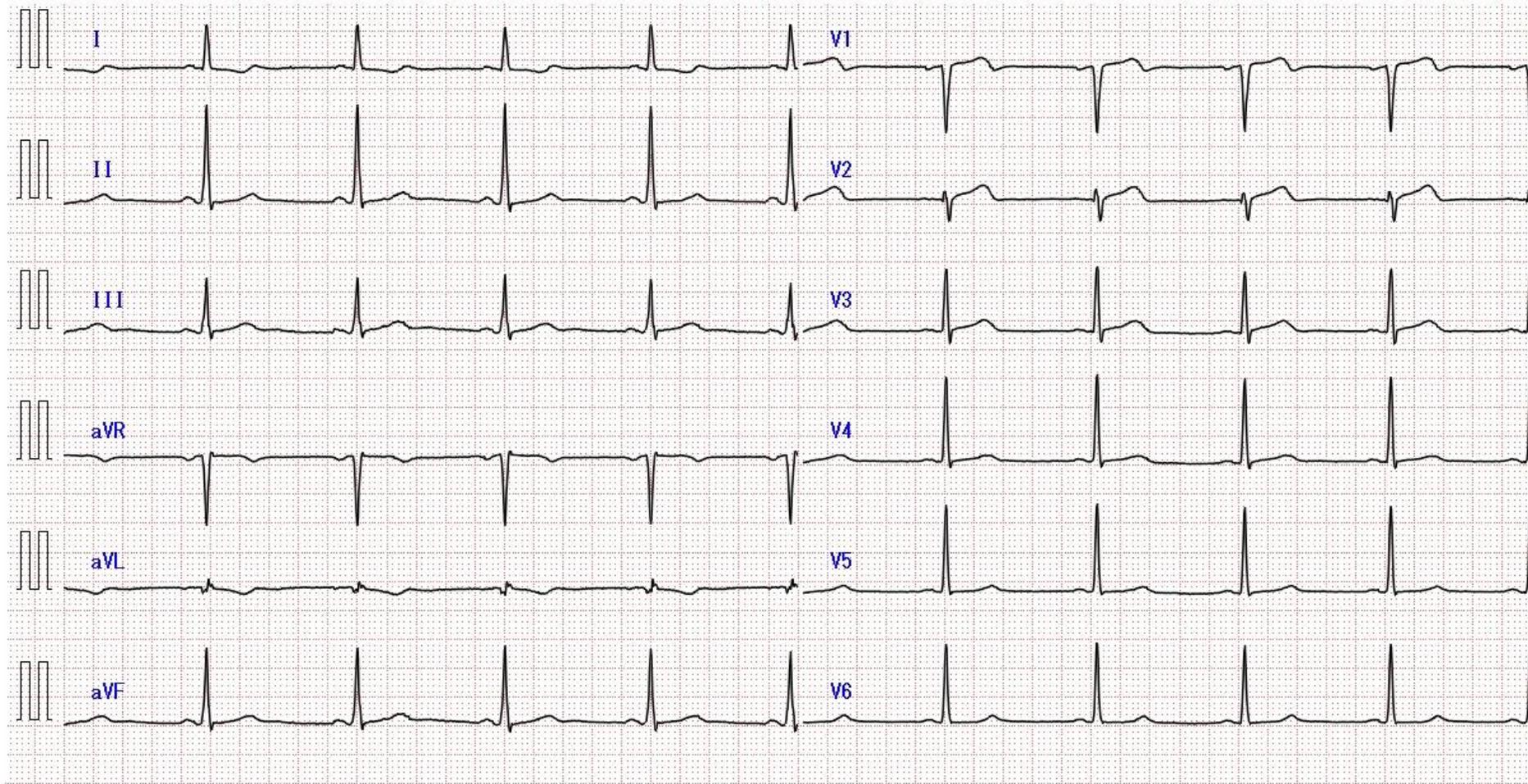
10.00mm/mV 25.0mm/s 35Hz



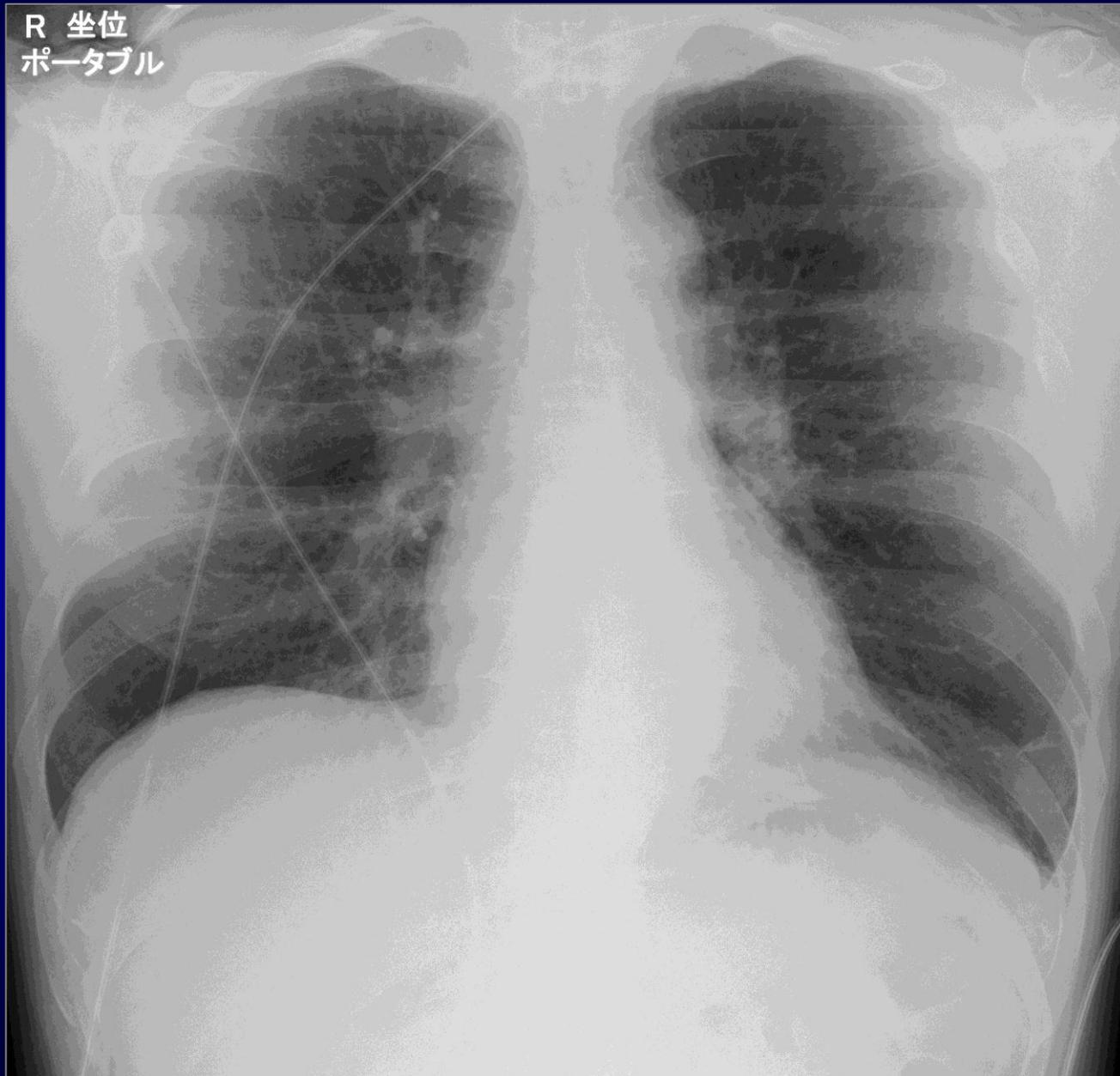
ECG (3Hr後)

HR:86 10.00mm/mV 25.0mm/s 100Hz 波形同期型:6chx2

10.00mm/mV 25.0mm/s 100Hz



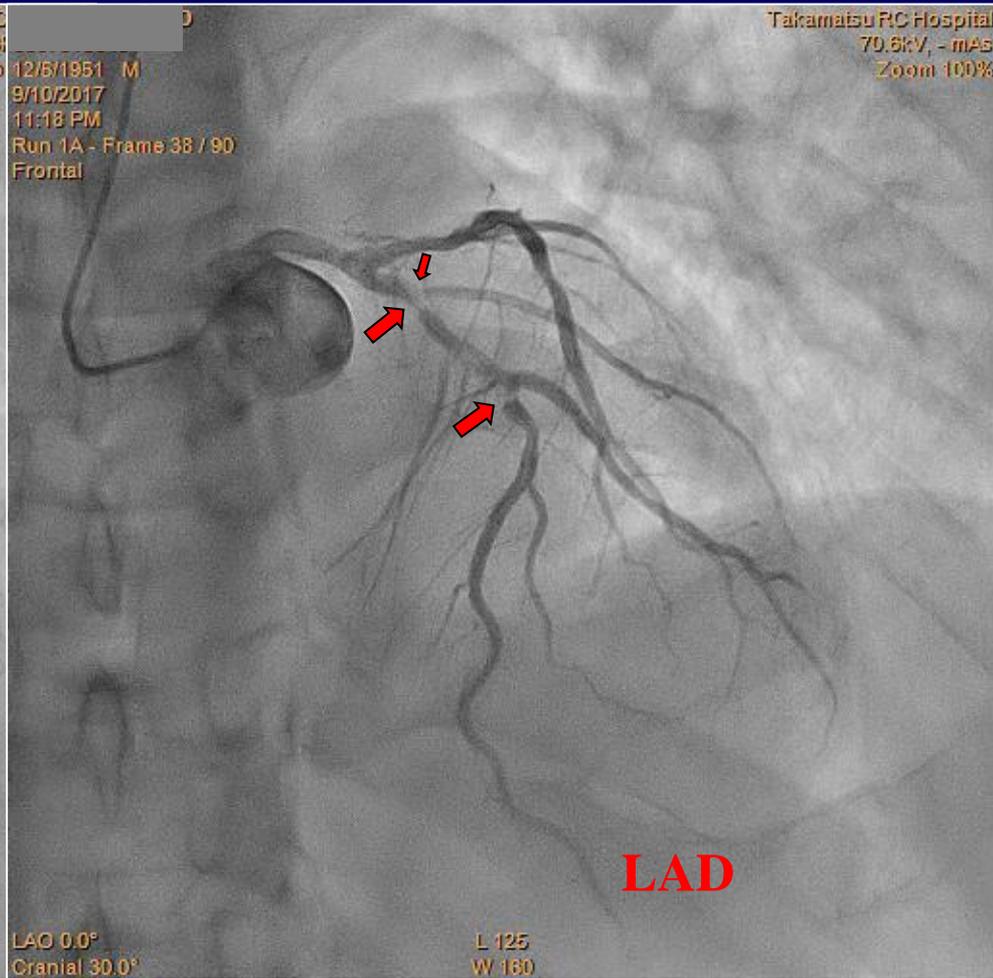
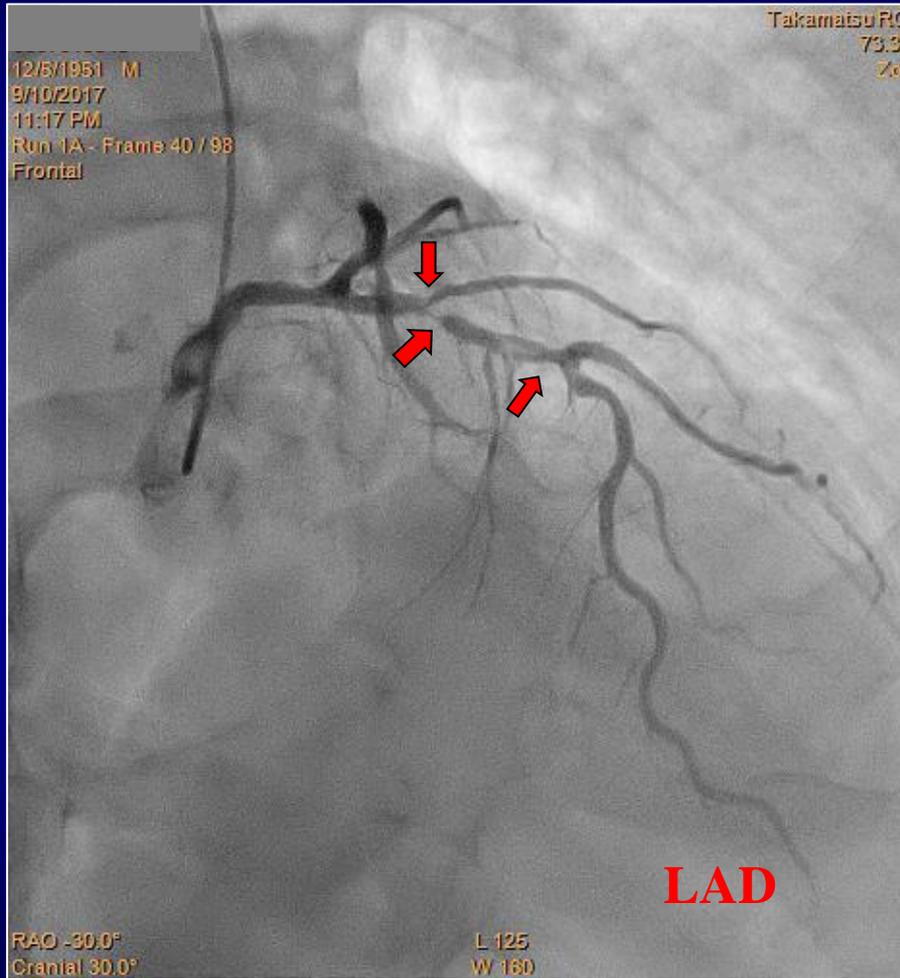
胸部Xp



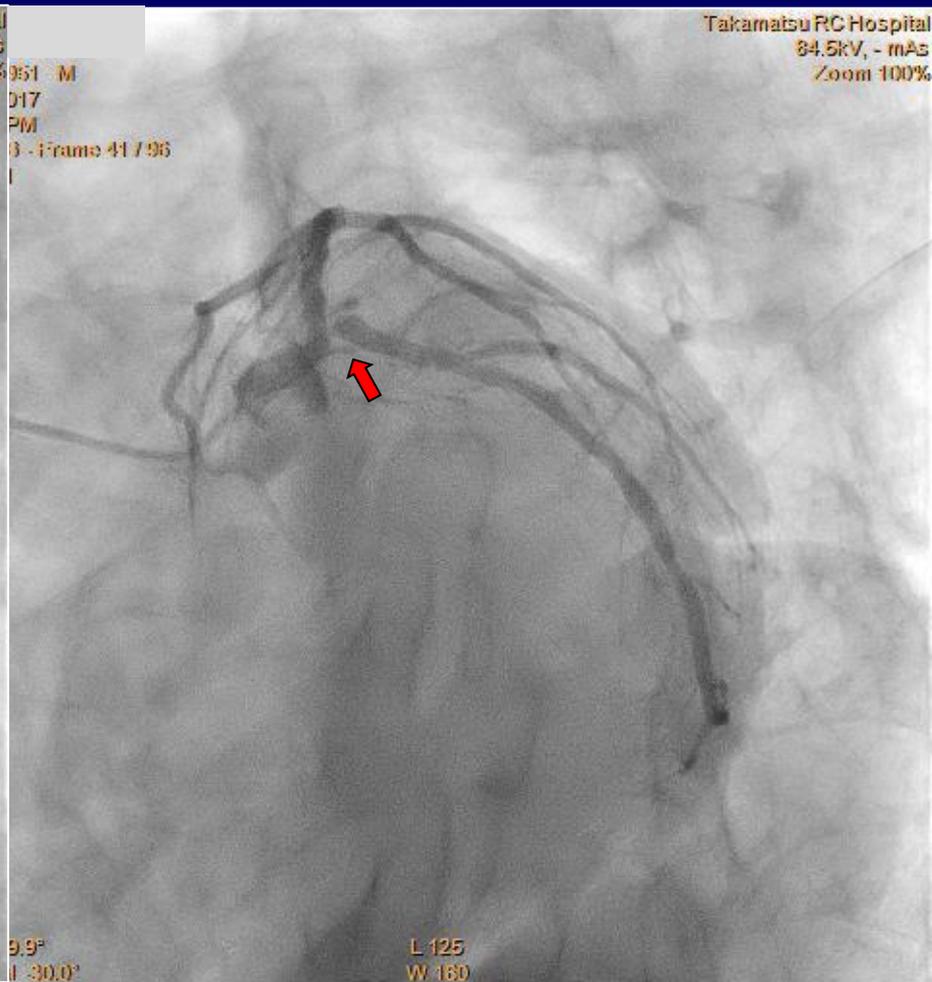
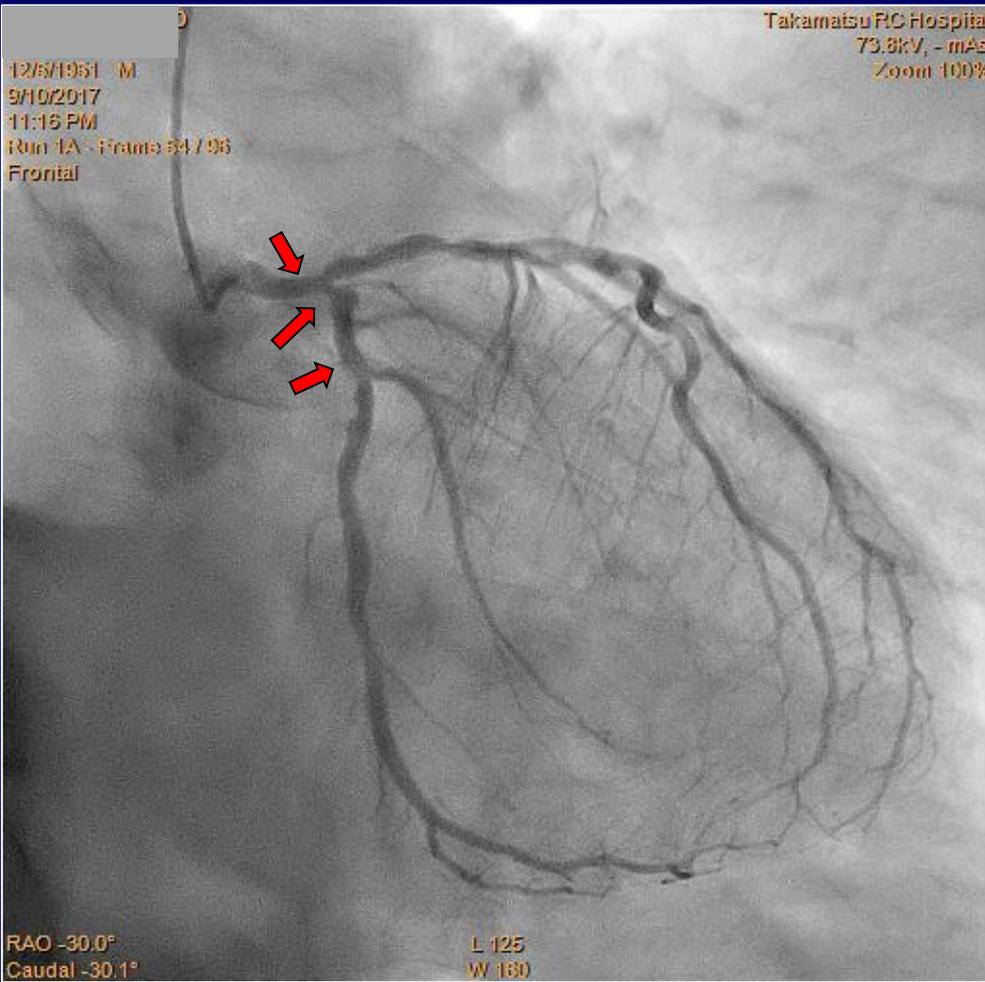
採血Data

WBC	11310	/ μ L	LDH	211	IU/L	PT-INR	0.98
RBC	463	/ $\times 10^4 \mu$ L	CRP	0.2	mg/dL	APTT	31.3 sec
Hb	15.0	g/dL	BUN	17.2	mg/dL	D-D	0.5 μ g/mL
Ht	43.0	%	Cre	0.77	mg/dL	pro-BNP	49.5 pg/ml
MCV	91.9	fL	eGFR	77.9	mL/分		
MCH	32.1	pg	Na	139	mEq/L		
MCHC	34.9	%	K	3.5	mEq/L		
Plt	25.1	$\times 10000/\mu$ L	Cl	106	mEq/L		
TP	7.1	g/dL	CK	139	IU/L		
Alb	3.9	g/dL	CK-MB	4.0	IU/L		
T-Bil	0.3	mg/dL	BS	124	mg/dL		
AST	21	IU/L	LDL-CHO	141	mg/dL		
ALT	17	IU/L	H-FABP	14.6	ng/mL		
			トロポニン T	0.015	ng/ml		

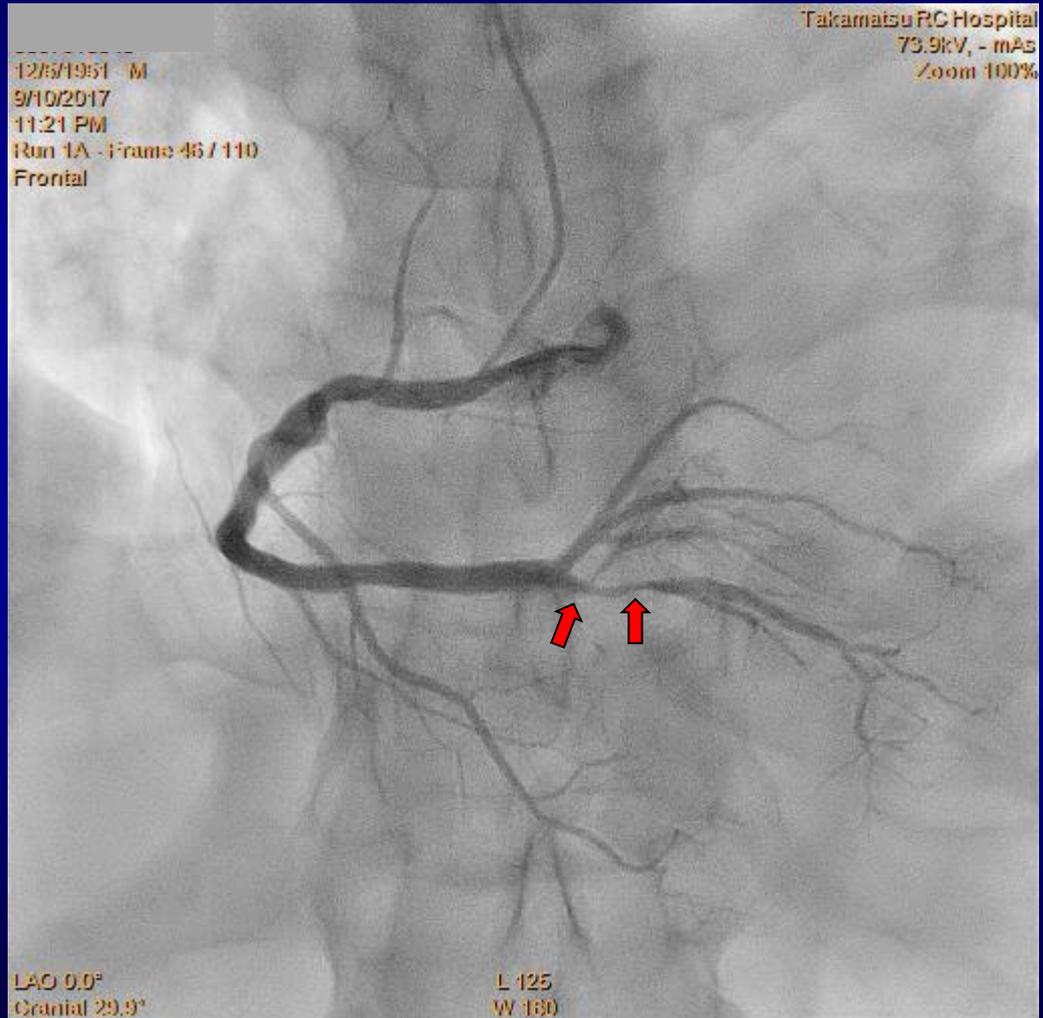
CAG



CAG



CAG

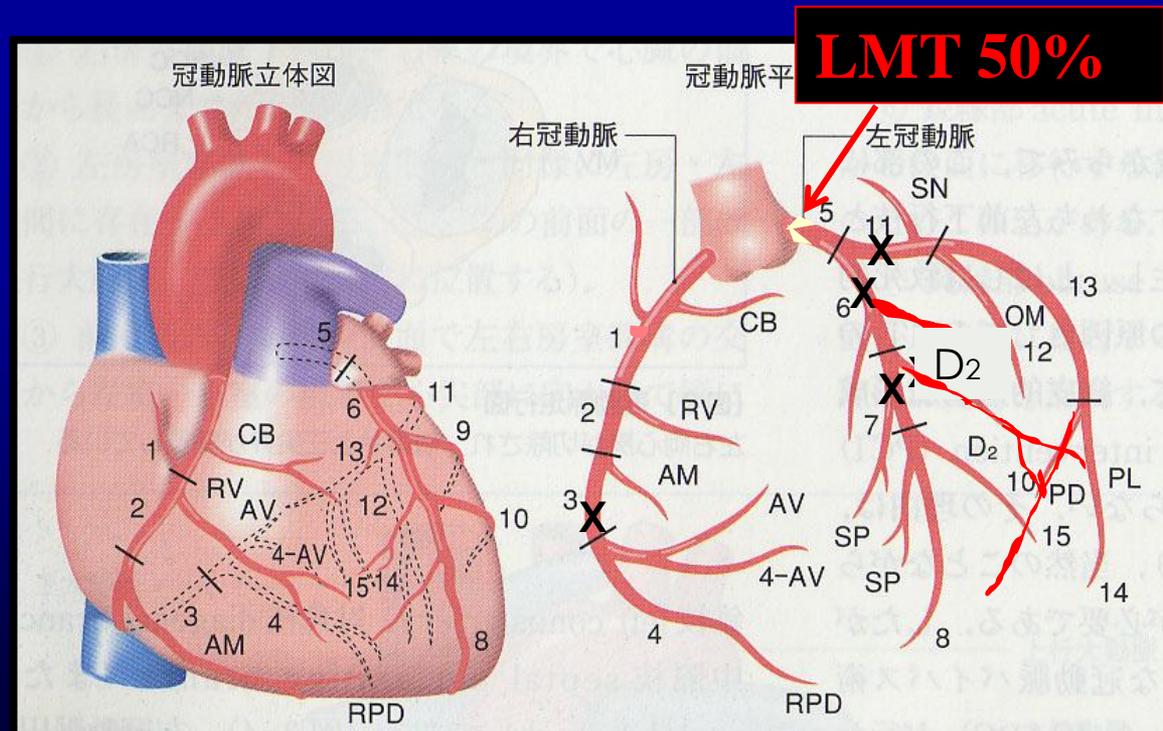


RCA #3 50%

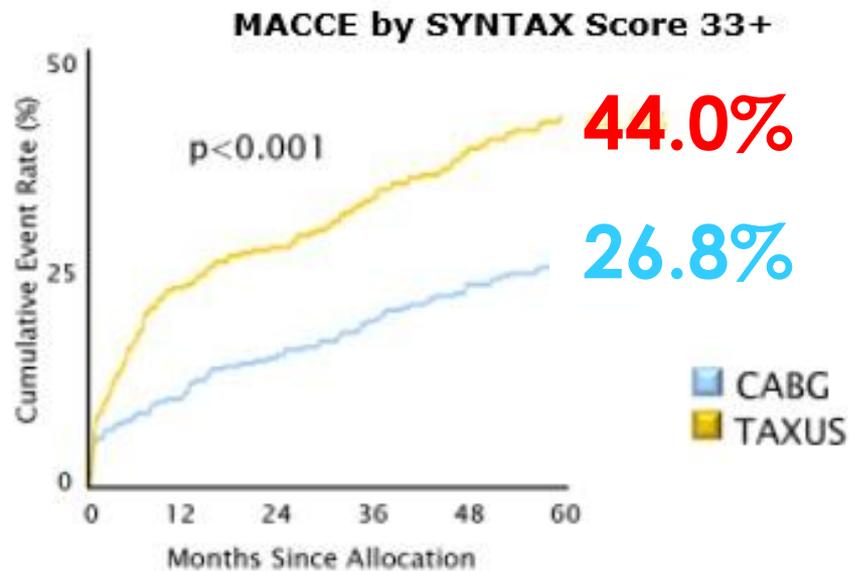
LMT 50%

LAD #6 90%、#7 90%、# large D2 75%

Cx #11 os 90%



SYNTAX Score



The cumulative MACCE rate is displayed for the SYNTAX Trial group this score corresponds to.

CT



手術プラン

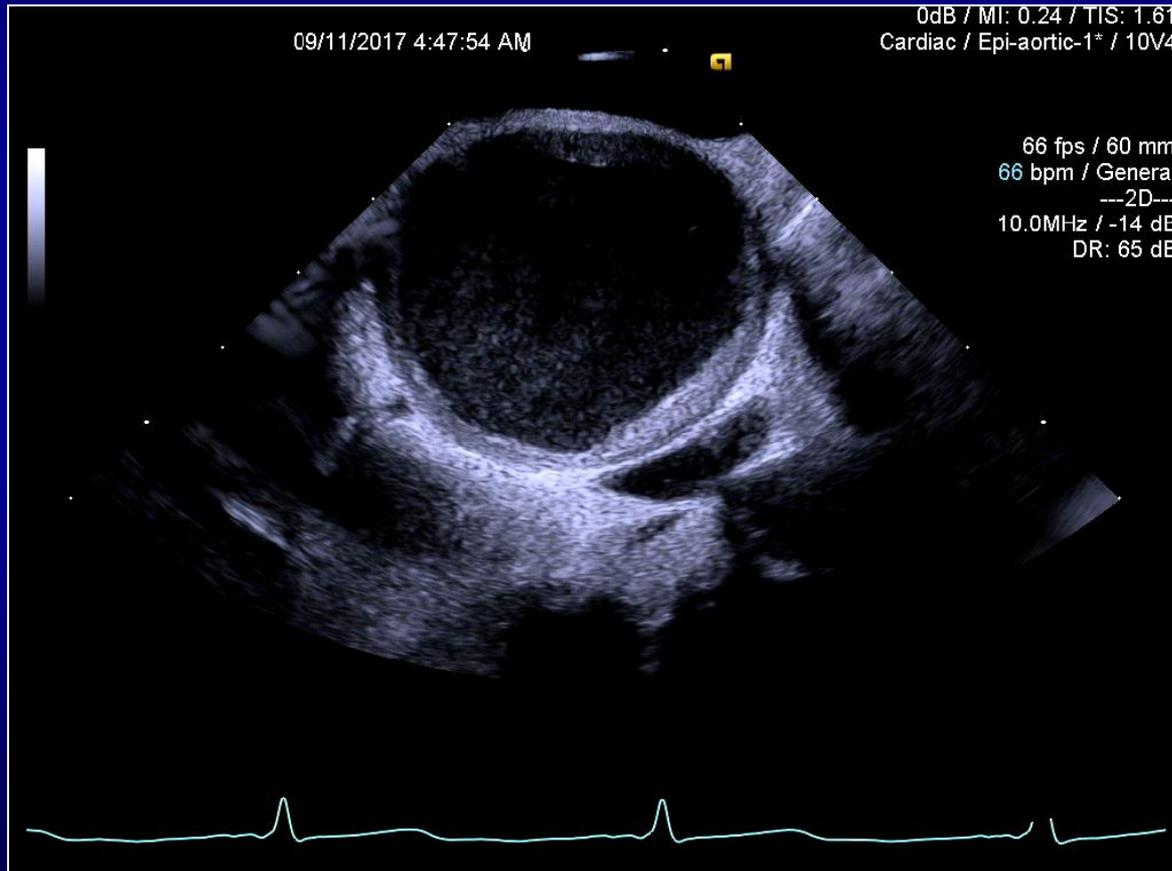
体外循環の侵襲がそれほど重大とは
ならない。

65歳と若く、LITA、Radial artery
動脈グラフトで吻合の質重視。

CABGx3

LITA-D2-LAD、Ao-RA-Cx#14

直接エコー



手術プラン変更

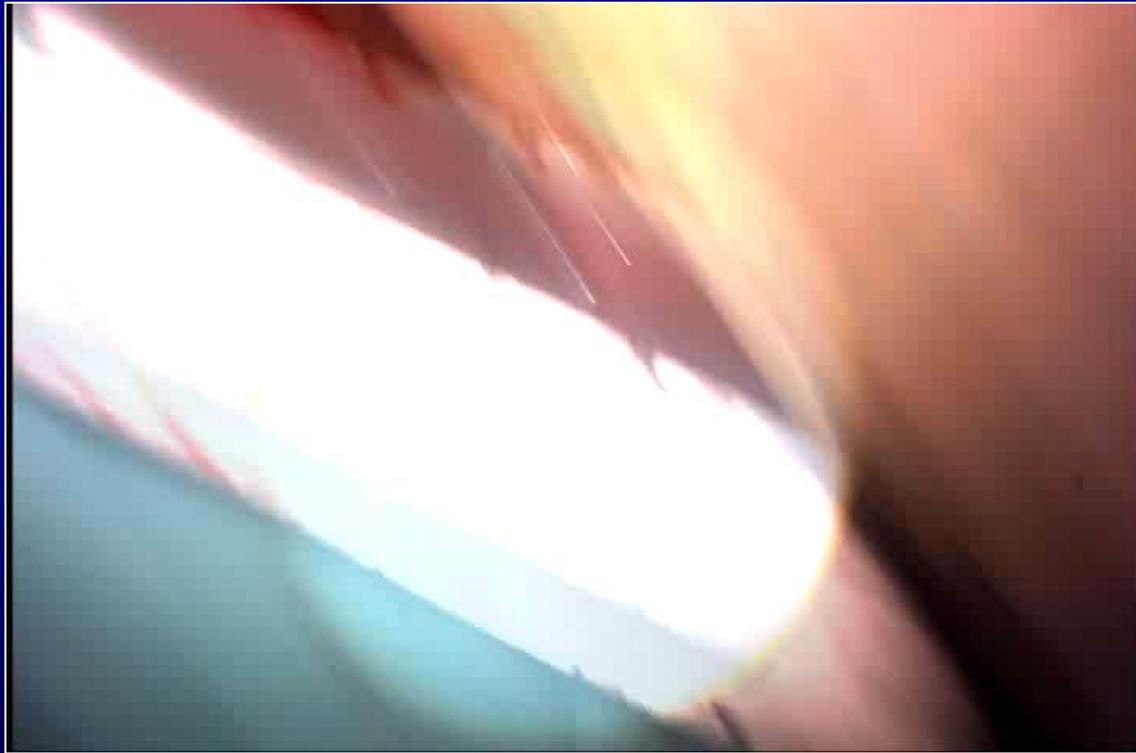
体外循環、上行大動脈へ操作が脳梗塞のrisk増大させる。

65歳と若く、動脈グラフト使用でOPCAB。

OPCABx3

LITA-D2-LAD、RITA-Cx#12

Ope video



心臓血管外科の仕事

手術を成功させるために

1. 患者さんと初顔合わせ～十分な術前検査

2. 過去のデータや
の十分な術前カン

→ 患者や一人

3. 手術(吻合技術、)

4. 術後ケア (ICU、病棟)

これらのすべての
手技、治療が直接
命にかかわってくる
→ thrilling, stressful
やりがいがある

合併症の予防、治療

この上ない満足感、達成感
→ やみつき

もし、興味があればいつでも来て下さい。
(短期お試し研修、大歓迎)