

右冠動脈閉塞による前胸部  
ST 上昇Precordial ST-segment  
elevation caused by  
right coronary artery  
occlusion

紀田 貢\*  
森下 浩\*  
横井 博厚  
吉長 正博  
安本 均\*  
木村 剛  
野坂 秀行  
延吉 正清

Mitsugu KIDA\*  
Hiroshi MORISHITA\*  
Hiroatsu YOKOI  
Masahiro YOSHINAGA  
Hitoshi YASUMOTO\*  
Takeshi KIMURA  
Hideyuki NOSAKA  
Masakiyo NOBUYOSHI

**Summary**

Among 57 consecutive patients undergoing percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) of the right coronary artery, eight patients showed precordial ST-segment elevation in leads V<sub>1-3</sub> during the procedure. The mechanism of this ST elevation was investigated reviewing the coronary angiographic findings. All patients had angina pectoris, but none had evidence of myocardial infarction. The balloon inflation time was limited to 60 sec, and 12 lead electrocardiograms were recorded every 15 sec.

In the eight patients who had precordial ST-segment elevation, six had the anatomically dominant right coronary artery, and two had proportioned (balanced) left and right coronary arteries. Six patients, however, had functionally dominant left coronary arteries because of good collaterals supplying the right coronary artery from the left coronary artery. Thus, functionally, six had the dominant left coronary artery, one had proportioned coronary supply, and only one had the dominant right coronary artery.

In all eight patients, the most proximal portion of the right coronary artery was occluded during PTCA, obstructing both the conus branches and the right ventricular branches. This often induced precordial ST-segment elevation in cases with the functionally dominant left or proportioned coronary artery. This ST-segment elevation seemed to represent right ventricular ischemia, as the inferior wall was protected from ischemia by good collaterals.

However, precordial ST-segment elevation was rare in the functionally dominant right coronary artery even when the most proximal portion of the right coronary artery was occluded. This fact

小倉記念病院 循環器科  
北九州市小倉北区貴船町 1-1 (〒802)  
\*(現)京都大学医学部 第三内科  
京都市左京区聖護院川原町 54 (〒606)

Department of Cardiology, Kokura Memorial Hospital, Kifune-machi 1-1, Kokurakita-ku, Kitakyushu 802

\*(present address) The Third Division, Department of Internal Medicine, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606

Received for publication December 22, 1986; accepted February 27, 1987 (Ref. No. 33-22)

seemed due to masking of electrocardiographic manifestations of right ventricular ischemia by the dominant electrical forces of inferior wall ischemia.

### Key words

Precordial ST elevation      Right ventricular ischemia      Right coronary artery occlusion      PTCA

## はじめに

右冠動脈 (RCA) の経皮経管的冠動脈形成術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty : PTCA) を施行中, 前胸部 (V<sub>1-3</sub>) の ST 上昇を認めることがある. このような場合, 左冠動脈 (LCA) を造影してもなんら変化はなく, この ST 上昇は RCA の閉塞に起因するものであると考えられる. このような RCA 閉塞による前胸部 ST 上昇の機序を冠動脈造影所見から検討した.

## 対 象

対象は 1985 年 4 月より同年 11 月までの間に, 当院で右冠動脈に PTCA を行った狭心症症例, 連続 57 例である. 症歴, 心電図, 心筋シンチ, 左室造影などの所見より, 心筋梗塞を有する症例は除外した. 57 例の内訳は男性 40 例, 女性 17 例, 年齢は 41 歳から 78 歳, 平均 64 歳である. 狭心症の類型別では, 労作性狭心症 39 例, 労作兼安静時狭心症 12 例, 安静時狭心症 6 例である. 罹患枝数は, 1 枝疾患 18 例, 2 枝疾患 18 例, 3 枝疾患 18 例, 右冠動脈病変を伴った左主幹部疾患が 3 例である. 解剖学的な優位性は右優位型が 54 例, バランス型が 3 例であった. PTCA の標的病変は AHA 分類<sup>1)</sup>の segment 1, 2, 3, 4, がそれぞれ 29 例, 13 例, 6 例, 9 例であった.

## 方 法

PTCA は全例, 大腿動脈穿刺法によった. ガイディングカテーテルは Judkins type か Amplatz type, 一部の症例では King の multipurpose type を使用した. ガイドワイヤーには Hitorque floppy あるいは steerable を用い, バルーンカテーテルは ACS 製の Simpson-Robert type (bal-

loon diameter 2.0 mm~3.5 mm) を基本とし, 一部の症例では low profile type (Hartzler LPS) を使用した. バルーンカテーテルの拡張時間は, 1 回につき 60 秒を上限とし, 必要に応じ, 拡張を 2~3 回繰り返した. 拡張の間, 15 秒ごとに 12 誘導心電図を記録した.

冠動脈造影所見より, 冠動脈の機能的優位性, および PTCA 中の血流途絶部位を, 以下のように定義, 分類した.

機能的優位性は, 側副血行の良否を解剖学的優位性に加味して定義した. Fig. 1 に示すように左冠動脈からの側副血行によって右冠動脈の epicardial vessels が十分 (3+ : 図上段), あるいは一部 (2+ : 図下段) 描出される場合を側副血行良好とし, このような症例を機能的左優位型 (functionally left dominant) と定義した. これらの症例では解剖学的には右優位であっても, 右冠動脈の狭窄が高度のために左冠動脈からの側副血行が良好となり, 左室下壁の血流は主として左冠動脈より供給されると考えられるためである. 側副血行が存在しないか良好でない症例では, 機能的優位性と解剖学的優位性とは一致した. すなわち側副血行のない右優位型やバランス型は, 機能的右優位型や機能的バランス型と表現した.

PTCA 中の血流途絶部位は近位部 (proximal), 中間部 (middle), 遠位部 (distal) の 3 者に分類した. 近位部途絶とは, 右冠動脈の最も近位部で血流が途絶し, 円錐枝 (conus branch) の血流までもが障害されるものとした (Figs. 2, 3). これには Fig. 2 上段のようにバルーンカテーテルによって円錐枝以下の血流が途絶する場合と, 下段のようにガイディングカテーテルが右冠動脈に楔入するため, 円錐枝以下の血流が途絶する場合とが存在した. 中間部途絶とは, Fig. 3 上段のように,

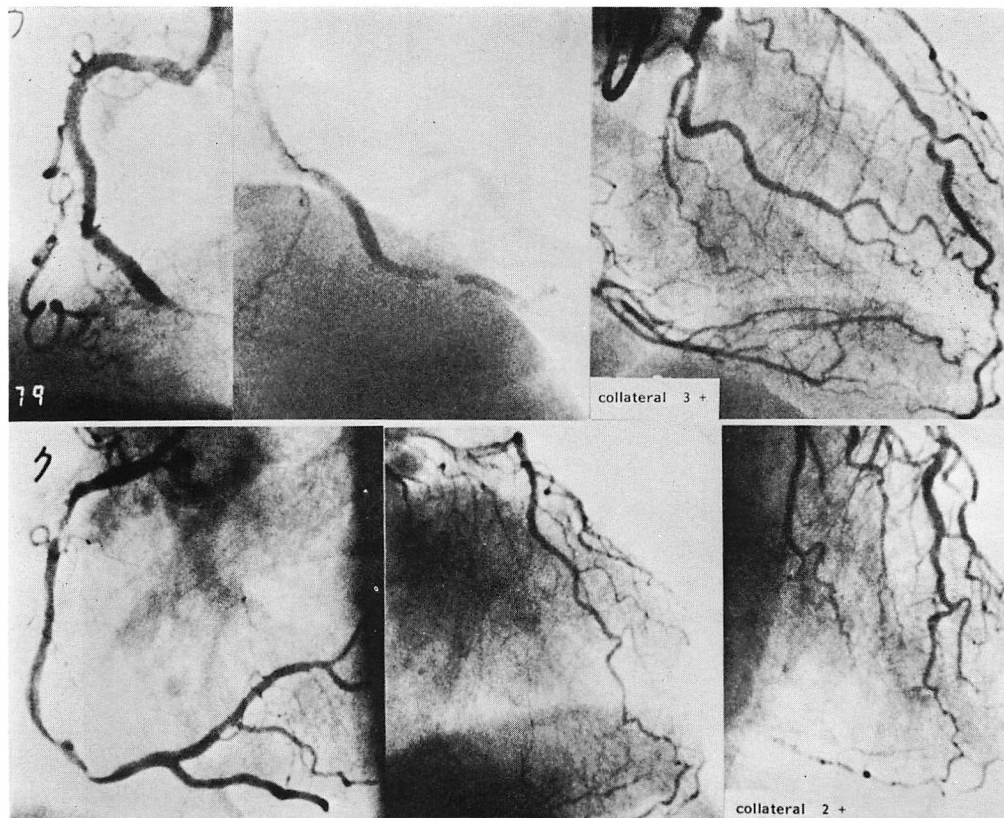


Fig. 1. Coronary arteriograms showing collaterals and the functionally dominant left coronary artery.

Upper: Right coronary artery shows severe filling delay via good collaterals from the left coronary artery.

Lower: Right coronary artery shows mild filling delay via fairly good collaterals from the left coronary artery.

These cases are defined as “functionally left dominant”.

バルーンカテーテルが右冠動脈の中位部を閉塞し、右室枝の血流は全部あるいは一部途絶するが、円錐枝の血流は保たれるものとした。遠位部途絶とは、Fig. 3 下段のように、バルーンカテーテルが右室枝より遠位部で右冠動脈を閉塞し、円錐枝、右室枝ともに血流が保たれるものとした。

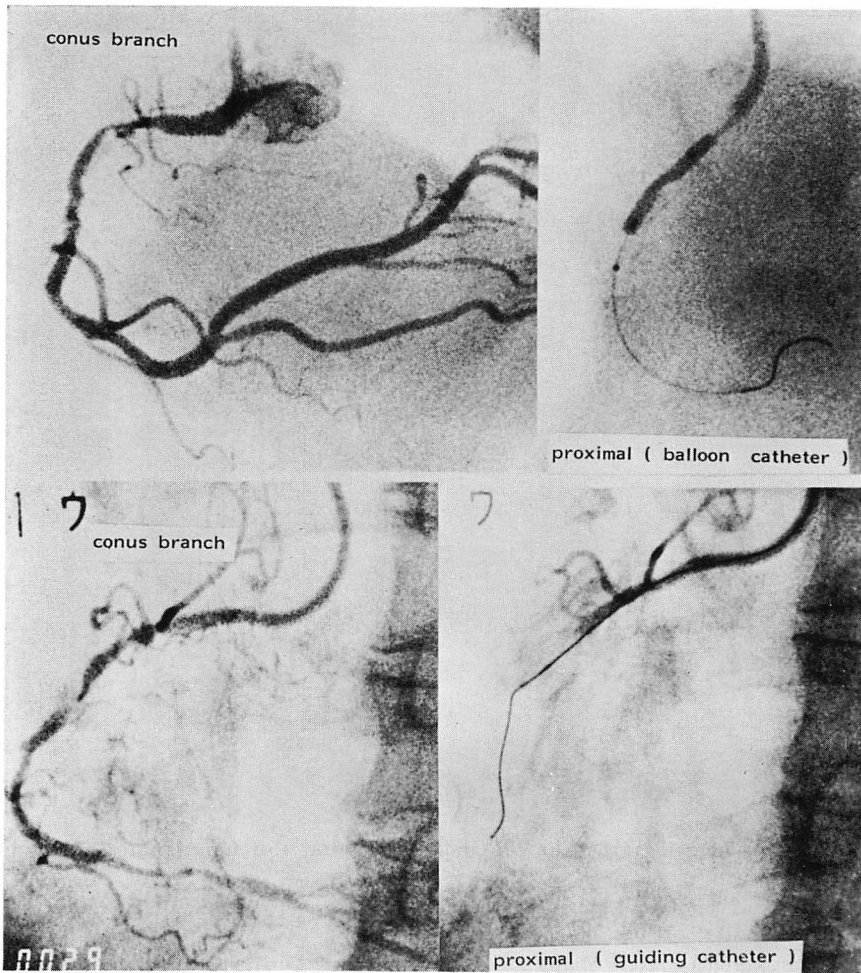
### 結 果

バルーンカテーテル拡張中の ST 上昇には種々のタイプがみられた (Fig. 4)。このさい、ST

上昇は 0.1 mV 以上を有意とした。

下壁 (II, III, aVF) のみの ST が上昇するものは 31 例に認められた (A type)。前胸部 ( $V_{1-3}$ ) あるいは前胸部と下壁での ST 上昇は 8 例に認められた (B type)。ST が上昇しない例も 18 例あり (C type)、14 例には心電図変化を認めず、4 例に ST-T の低下を認めた。

$V_{1-3}$  で ST が上昇した B type の 8 例の冠動脈造影所見を Table 1 に示した。全例労作性狭心症で、Case 5, Case 6 は安静時狭心症をも有し

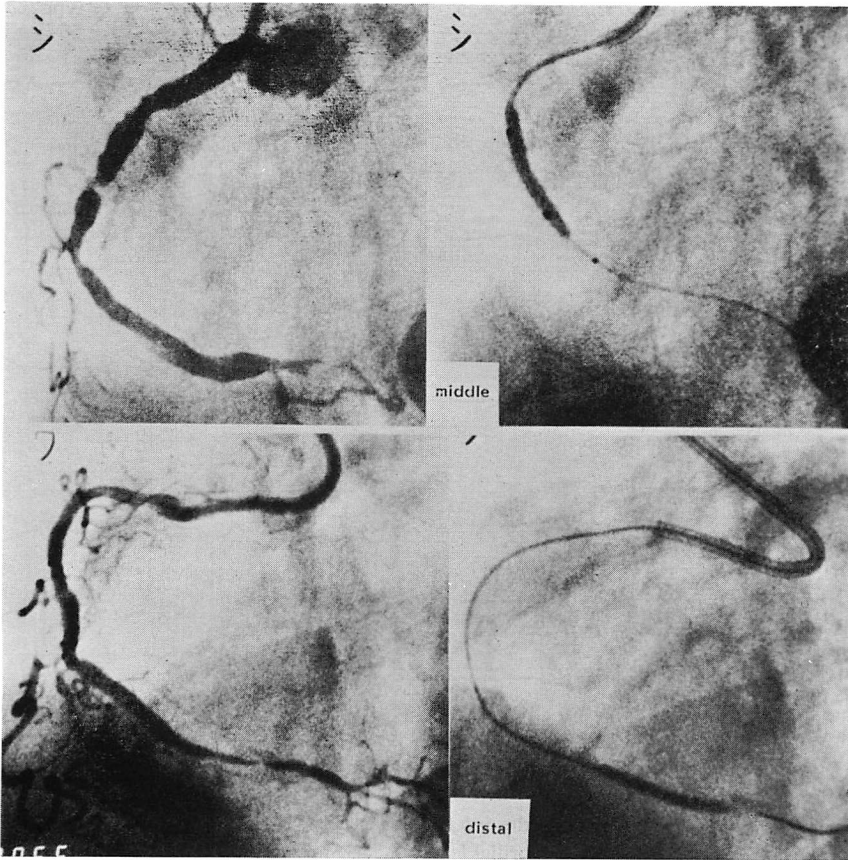


**Fig. 2. Coronary arteriograms showing the site of obstruction (proximal).**  
Upper: Balloon catheter occludes the most proximal portion of the right coronary artery.  
Lower: Guiding catheter wedges to the right coronary artery.  
Blood flow of the right coronary artery is completely obliterated up to the conus branch.

ていた。PTCA 中の ST 上昇は Case 1 ~ Case 5 では前胸部で、Case 6 ~ Case 8 では前胸部の他、下壁でも認められた。Case 2 と Case 3 では II, III, aVF の ST 低下、Case 8 では  $V_{2,3}$  の ST 低下を伴っていた。解剖学的には全例右優位型かバランス型であったが、7例で右冠動脈に99%以上の狭窄を有し、そのうち6例は左冠動脈から良好な側副血行を有するために、機能的左優位型と考えられた。機能的にも右優位型であっ

たのは Case 8 のみであった。また PTCA 中の血流途絶部位は全例近位部にあり、バルーンカテーテル (Case 1, 3, 8) かガイディングカテーテル (Case 2, 4, 5, 6, 7) によって円錐枝以下のすべての右冠動脈の血流が途絶していた。

機能的優位型と血流途絶部位とによる心電図変化の相違を Fig. 5 にまとめた。57例中、機能的右優位型は38例、機能的左優位型あるいはバランス型は19例であった。血流途絶部位は近位部



**Fig. 3. Coronary arteriograms showing the site of obstruction (middle and distal).**

Upper: Balloon catheter occludes the middle portion of the right coronary artery. Blood flow is obliterated up to the RV branches (middle).

Lower: Balloon catheter occludes the distal portion of the right coronary artery. Blood flow is obliterated only distal to the RV branches (distal).

が 14 例，中間部が 29 例，遠位部が 14 例であった。遠位部の 14 例のうち，機能的右優位型では 11 例中 10 例 (90%) に下壁の ST 上昇を認めたが，機能的左優位型やバランス型の 3 例では下壁に相応する ST 上昇は認めなかった。近位部途絶の 14 例中，機能的左優位型やバランス型では 8 例中 7 例 (88%) に前胸部の ST 上昇を認めたが，機能的右優位型では 6 例中 1 例 (Table 1: Case 8) に認めるだけで，4 例 (67%) に下壁に相応する ST 上昇を認めた。機能的右優位型では血流途絶部位がいずれであっても，主な心電図変

化は A type, すなわち下壁の ST 上昇であった。これに比し，他の 2 型では下壁のみの ST 上昇例 (A type) は存在せず，近位部途絶では B type, 中間部や遠位部途絶では C type であった。

$V_{1-3}$  の ST 上昇を認めた症例のほとんど (7/8) は機能的には左優位型かバランス型で，近位部途絶例であった。中間部途絶では，たとえ機能的に左優位型であっても， $V_{1-3}$  の ST 上昇を認めなかった。

症例 (Table 1, Case 3) を Figs. 6, 7 に呈示する。この症例は右冠動脈 segment 1 に delay を

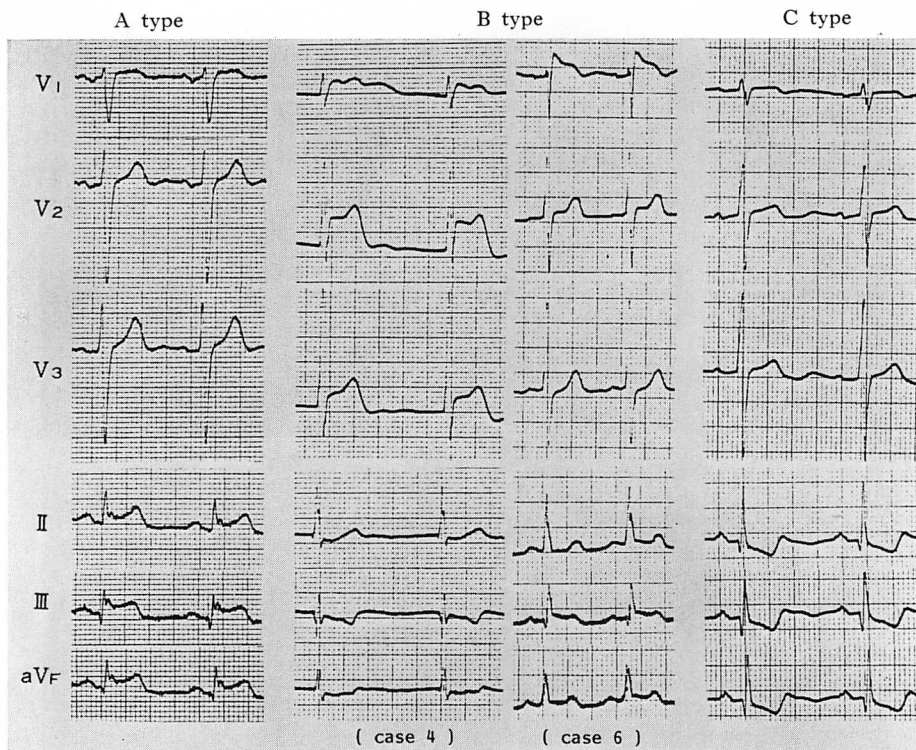


Fig. 4. Electrocardiographic types of ST elevation during PTCA to the right coronary artery.

A type shows ST elevation only in the inferior leads (II, III, aVF) (31 cases).

B type shows ST elevation in the precordial leads ( $V_{1-3}$ ). Simultaneous ST elevation in the inferior leads may occur in some cases ( $V_1, III, aVF$ ) (8 cases).

C type shows no ST elevation. (18 cases).

Case numbers (Case 4, Case 6) correspond to those of Table 1.

伴った 99% 狭窄を有し、左冠動脈から良好な側副血行が存在した機能的左優位型。また血流途絶部位は近位部であり、バルーンカテーテルによって円錐枝以下のすべての右冠動脈の血流が途絶していた。この時の 12 誘導心電図の変化は  $V_{1-3}$  の ST 上昇であった。II, III, aVF には有意な変化を認めなかった。

#### 考 按

急性下壁梗塞に右室梗塞を伴うと、前胸部誘導、特に右側の  $CR_{1R}$  や  $V_{4R}$  に ST 上昇を認めることが報告されている<sup>2,3)</sup>。しかし通常の 12 誘導心電図 (I ~ aVF,  $V_{1-6}$ ) では、右室梗塞を伴

っても  $V_{1-3}$  の ST 上昇を認めることはむしろ少ない。Geft ら<sup>4)</sup>は右冠動脈近位部の閉塞により、下壁梗塞に右室梗塞を伴った 19 例のうち、5 例には下壁と前胸部 ( $V_{1-5}$ ) の ST 上昇を認めたが、他の 14 例には下壁の ST 上昇を認めただけであったと報告している。下壁と右室の虚血が同時に起きると、大部分の症例では前胸部の ST 上昇は見られないが、Geft らは、この原因は下壁の優位な起電力が右室の虚血による心電図変化を抑制するためであると仮定し、イヌの冠動脈結紮実験でそれを確認している。

我々は PTCA 中に認められる右冠動脈閉塞による前胸部 ST 上昇に興味を持ち、その ST 上

**Table 1. Coronary angiographic characteristics of eight patients with ST elevation in V<sub>1-3</sub> during PTCA**

Case	ST elevation	Anatomical dominance	Stenosis of RCA	Collaterals to RCA	Functional dominance	Site of obstruction
1	V <sub>1-3</sub>	R	1), 2) 99 delay	≡	L	Proximal (B)
2	V <sub>1-3</sub>	B	2) 99	—	B	Proximal (G)
3	V <sub>1-3</sub>	R	1) 99 delay	≡	L	Proximal (B)
4	V <sub>1-3</sub>	R	2) 99 delay	+	L	Proximal (G)
5	V <sub>1-3</sub>	R	1) 99 delay	+	L	Proximal (G)
6	V <sub>1</sub> , III, aVF	R	1) 99 delay	+	L	Proximal (G)
7	V <sub>1</sub> , V <sub>2</sub> , III, aVF	B	3) 99 delay	≡	L	Proximal (G)
8	V <sub>1</sub> , II, III, aVF	R	1) 90	—	R	Proximal (B)

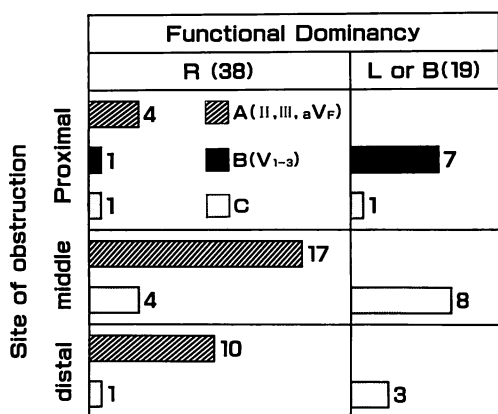
RCA=right coronary artery; R=right dominant; B=balanced (proportioned); L=left dominant; ≡=good collaterals; +=fairly good collaterals; —=no collateral; L=functionally dominant left coronary artery; R=functionally dominant right coronary artery; B=balanced (or proportioned) left and right coronary arteries; (B)=balloon catheter; (G)=guiding catheter.

昇の機序を冠動脈造影所見より検討した。Fig. 5で明らかにしたように、右冠動脈の閉塞によって前胸部 (V<sub>1-3</sub>) の ST が上昇するのは、機能的左優位型かバランス型で、近位部で閉塞される場合

であった。これらの型では閉塞部位の如何を問わず下壁の ST はほとんど上昇せず、これは下壁の血流が側副血行によって良く保たれているためと考えられた。したがってこれらの型で近位部閉塞を生じた場合、虚血が生じるのは主として右室であり、V<sub>1-3</sub> の ST 上昇は右室の虚血を示すものと考えられた。

しかしこの両型で、中間部途絶を生じた場合には、右室の一部には虚血が生じるにもかかわらず、V<sub>1-3</sub> の ST 上昇を認めなかった。この理由としては、右室の一部の虚血だけでは心電図変化を起こすには不十分であるという可能性も考えられるが、そのほかに、V<sub>1-3</sub> の電極の位置が円錐枝の領域に一致しており、右室枝の虚血を反映しにくいことも一因であろう。

Table 1 に見るごとく、Case 6~8 では前胸部と下壁の ST が上昇している。このうち、Case 6,7 では III, aVF の ST が上昇し、機能的左優位型であっても軽度の下壁虚血が起こることを示している。Case 6,7 では前胸部の ST は V<sub>1</sub> か V<sub>2</sub> までしか上昇しなかった。また Case 8 は機能的右優位型であり、II, III, aVF で ST が上昇し、前胸部の ST は V<sub>1</sub> でしか上昇せず、V<sub>2,3</sub> では reciprocal な ST 低下を認めた。これらの事



**Fig. 5. ST elevation and coronary angiographic findings.**

R=functionally right dominant; L=functionally left dominant; B=functionally balanced (proportioned).

Abbreviations: A (II, III, aVF), B (V<sub>1-3</sub>), C; see Fig. 4.

The definition of proximal, middle and distal is the same as that in Figs. 2 and 3.

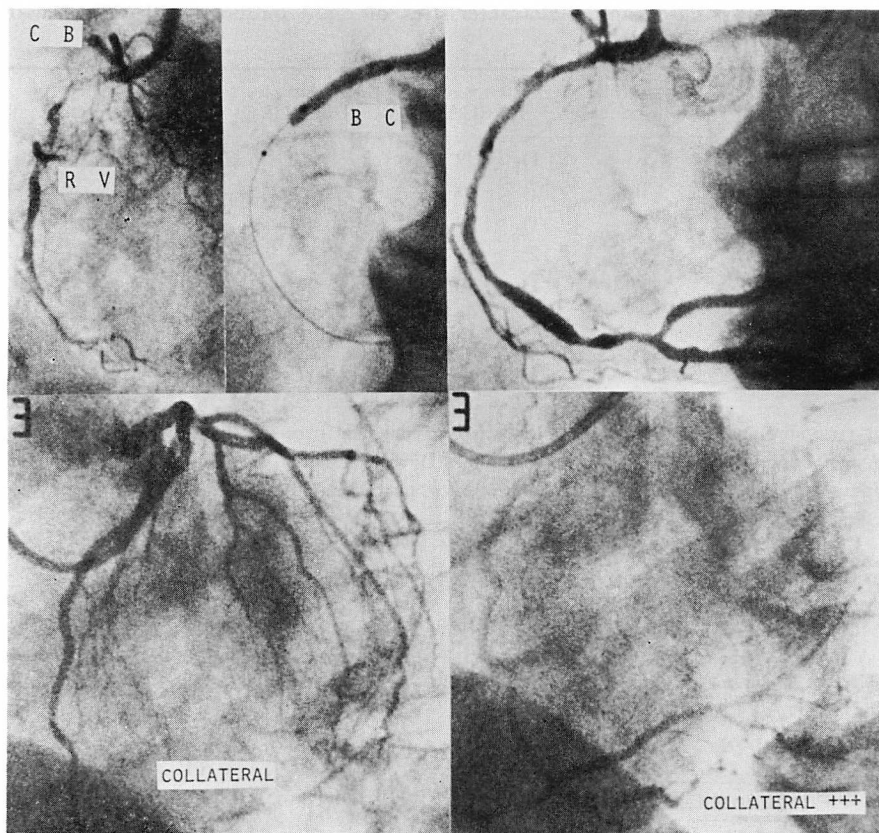


Fig. 6. Coronary angiograms of an illustrative case with ST elevation in right precordial leads (Case 3).

The right coronary artery shows 99% stenosis with delayed filling, to which a good collateral comes from the left coronary artery. This patient is thought to have the functionally dominant left coronary artery. The site of obstruction is proximal.

CB=conus branch; RV=RV branch; BC=balloon catheter.

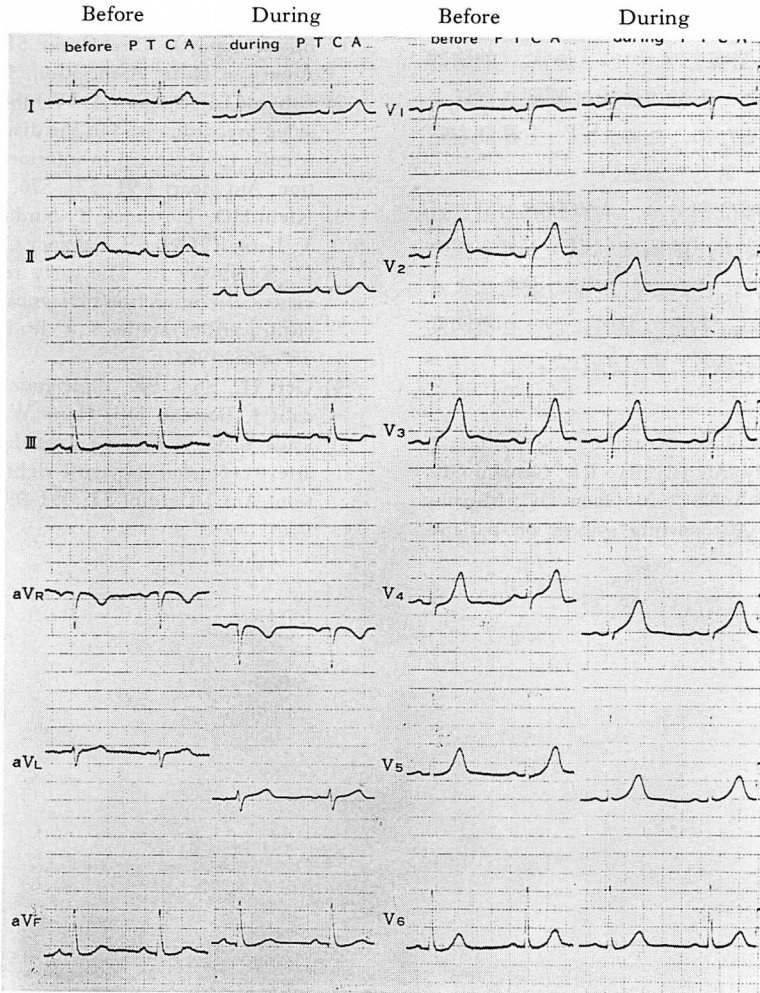
実は, Geft ら<sup>4)</sup>のいうように, II, III, aVF の ST 上昇が V<sub>1-3</sub> の ST 上昇を抑制する, すなわち, 下壁の虚血が右室の虚血による心電図変化を抑制することを示している. 機能的右優位型で近位部閉塞例では, ほとんどの場合 (4例/6例, 67%), 下壁のみで ST が上昇するのはそのためであろう. 右室梗塞は通常下壁梗塞を伴っているため, 同上の理由により, 12誘導心電図では単なる下壁梗塞所見しか示さないことが多いと考えられた.

## 結 論

右冠動脈閉塞による前胸部 ST 上昇は, 下壁の血流が保たれた状態 (バランス型および側副血行の良好な機能的左優位型) で, 円錐枝も含めたすべての右室枝の血流が障害された時に認められ, 右室の虚血によるものと推察された.

また右室梗塞を生ずるような右冠動脈の近位部閉塞で, 必ずしも右室の虚血による心電図変化が認められないのは, 下壁の虚血による起電力が大きいため, 右室虚血による心電図変化が抑制さ





**Fig. 7. Electrocardiograms before and during PTCA in a case with ST elevation in the right precordial leads (Case 3).**

Precordial ST elevation appears during PTCA. No significant ST change is recorded in the inferior leads.

れるためであると考えられた。

### 要 約

右冠動脈に PTCA を行った狭心症患者連続 57 例のうち、8 例に前胸部 ST 上昇を認めた。この ST 上昇の機序を冠動脈造影所見より検討した。

バルーンカテーテルの拡張時間は 60 秒を上限とし、15 秒ごとに 12 誘導心電図を記録した。前

胸部 (V<sub>1-3</sub>) で ST 上昇を認めた 8 例中、6 例は解剖学的に右優位型、2 例はバランス型であった。しかし左冠動脈から右冠動脈への良好な側副血行が存在する 6 例は、機能的左優位型と考えられた。機能的には 8 例中 6 例が左優位型、1 例がバランス型、1 例が右優位型であった。

これら 8 例は、すべて PTCA 中に右冠動脈の最も近位部が閉塞し、円錐枝と右室枝の血流がともに途絶していた。

機能的左優位型およびバランス型では, 右冠動脈の最も近位部で閉塞を来すと, 通常, 前胸部 ST 上昇が見られた. 下壁の血流は側副血行によりよく保たれているため, この ST 上昇は右室の虚血によるものと考えられた.

一方, 機能的右優位型では, 右冠動脈の最も近位部で閉塞を来しても, 前胸部 ST 上昇を認めることは少なかった. これは, 下壁の虚血による起電力が大きいため, 右室の虚血による心電図変化を隠蔽するからであると考えられた.

#### 文 献

- 1) Austen WG, Edwards JE, Frye RL, Gensini GG, Gott VL, Griffith LSC, McGoon DC, Murphy ML, Roe BB: A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease (AHA committee report). *Circulation* **51**: News from the American Heart Association. 1975, p 31
- 2) Erhardt LR, Sjögren A, Wahlberg I: Single right-sided precordial lead in the diagnosis of right ventricular involvement in inferior myocardial infarction. *Am Heart J* **91**: 571-576, 1976
- 3) Klein HO, Tordjman T, Ninio R, Sareli P, Oren V, Lang R, Gefen J, Pauzner C, Segni ED, David D, Kaplinsky E: The early recognition of right ventricular infarction: Diagnostic accuracy of the electrocardiographic  $V_4R$  lead. *Circulation* **67**: 558-565, 1983
- 4) Geft IL, Shah PK, Rodriguez L, Hulse S, Mad-dahi J, Berman DS, Ganz W: ST elevations in leads  $V_1$  to  $V_3$  may be caused by right coronary artery occlusion and acute right ventricular infarction. *Am J Cardiol* **53**: 991-996, 1984