

## グラフ

# ECG の読み方(4)

## ST-T : 急性心筋梗塞とたこつぼ症候群

渡邊 英一\*

### 内容紹介

急性心筋梗塞は ST 上昇型(STEMI)と非 ST 上昇型(NSTEMI)に 2 分されるが、高感度トロポニン測定の普及や冠動脈イメージングの進歩により、冠動脈閉塞による心筋梗塞(obstructive MI : OMI)や、冠動脈閉塞相当の病態と予後を呈する MI-equivalent や mimic STEMI という概念が広がっている。今回は見逃しそうな急性心筋梗塞例を提示し、たこつぼ心筋症の心電図診断の最近の報告を紹介する。

### はじめに

胸痛を主訴に来院した患者は来院 10 分以内に心電図を記録して急性心筋梗塞の有無を確認し、20 分以内に冠動脈造影検査の要否を判断することが目標とされ、time is money ならぬ time is muscle と言われている<sup>1)</sup>。急性心筋梗塞は短時間のうちに症状の増悪と消退を示すため、来院時には心電図変化がないこともあるが、中にはごく軽度の ST 変化であっても冠動脈が閉塞している例がある<sup>2-5)</sup>。NSTEMI は ST 上昇がないため閉塞冠動脈はないと考えられることが多いが、4 万例におよぶ NSTEMI のメタ解析では<sup>6)</sup>、25%で

冠動脈が閉塞しており、その多くは右冠動脈と左回旋枝であった。さらに、閉塞冠動脈を有する NSTEMI は冠動脈閉塞がないものと比べて予後不良であることも報告された<sup>6)</sup>。

### I. 急性心筋梗塞(aVR の ST 上昇)

急性心筋梗塞を疑う ST-T 変化基準は年齢や性別で異なり<sup>7)</sup>(表 1)、自動診断の感度は 35%とされている<sup>8)</sup>。図 1 は急性前壁心筋梗塞の典型例で、冠動脈造影では左前下行枝近位部に血栓を伴う完全閉塞を認めた(図 1 A, B)。aVR での ST 上昇は左主幹動脈や左前下行枝近位部の閉塞、または 3 枝病変を示す。その感度と特異度はいずれも約 80%とされる。さらに、aVR での ST 上昇は発症 30 日以内の予後因子ともされる<sup>2)</sup>。

### II. de Winter 症候群と Wellens 症候群

この 2 つの症候群は、急性前壁心筋梗塞の早期

表 1 急性心筋梗塞を疑うべき心電図変化

ST 上昇
新規の ST 上昇で V2-V3 以外の誘導で隣接する 2 誘導において J 点から 1 mm 以上の上昇を示すもの。ただし、40 歳以上の男性では 2 mm 以上で、40 歳未満の男性では 2.5 mm 以上、また、女性では年齢に関係なく 1.5 mm 以上。
ST 低下と T 波変化
隣接する 2 誘導で新規の水平型または下降型の 0.5 mm 以上の ST 低下、かつ/または 1 mm 以上の T 波陰転化を示すもの。ただし、R/S 比 > 1 であることが必要。

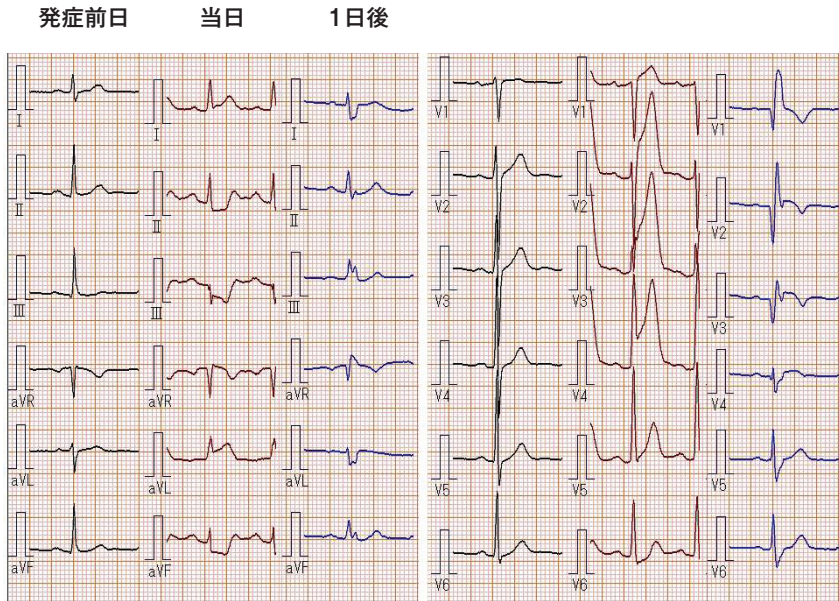
#### —Key words—

冠動脈閉塞性心筋梗塞(Obstructive MI)、非冠動脈閉塞性心筋梗塞(MINOCA)、de Winter 症候群、Wellens 症候群、たこつぼ症候群

\* Eiichi Watanabe : 藤田医科大学ばんだね病院循環器内科

(文献 7 より引用改変。心肥大と脚ブロックは除く)

(A)



(B)

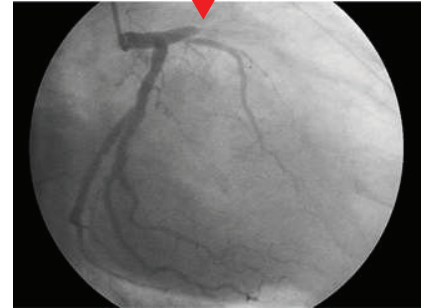


図1 急性心筋梗塞

67歳男性。(A)発症1か月前から朝方に労作時息切れがあったため心電図を記録するも異常所見なし。発症から10分後の心電図。1mm以上のST上昇(V1-V4, I, aVL)とST低下(鏡像変化)を下壁誘導で認める。翌日には胸部誘導でQ波と心室瘤を疑うST上昇を認める。(B)冠動脈造影。左前下行枝近位部に血栓を伴う完全閉塞(▼)を認める。(自験例)

心電図パターンである<sup>9,10)</sup>。STEMIのST上昇基準は満たさないが、前下行枝近位部閉塞を示唆する心電図である(図2)。

### Ⅲ. Shark fin sign

急性前壁心筋梗塞、異型狭心症、およびたこつぼ症候群などで高度な心筋虚血が発生した場合にST-T波が三角形のようになり、tombstone-like, triangular QRS-ST-T waveformやaction potential-like ST変化、あるいはshark fin sign(サメのひれのように見える波)と呼ばれる<sup>11)</sup>。CiprianiらはこのようなST-T変化を示す症例はSTEMIの14%に認められ、この半数が左主幹動脈閉塞で、心室細動や心原性ショックを合併しやすく院内死亡率が高いことを報告した<sup>12)</sup>。心タンポナーデやイブプロフェン過剰摂取に伴う低Ca血症で同様の心電図を示す症例報告があった<sup>13)</sup>(図3)。

### Ⅳ. 後壁梗塞

左回旋枝が閉塞する後壁梗塞は、急性心筋梗塞の7%を占める。II, III, aVFでST上昇を伴わない場合の診断率は38%と低い<sup>14)</sup>。診断には鏡像変化である前胸部誘導のST低下やT波の先鋭化に注意を払うとよい(図4)。

### Ⅴ. 陰性U波

陰性U波の成因は不明だが、胸部症状とともに前胸部誘導で新たに陰性U波が認められた場合は、左前下行枝の有意狭窄を示唆する<sup>15~17)</sup>(図5)。

### Ⅵ. 完全左脚ブロックの急性心筋梗塞

完全左脚ブロックの急性心筋梗塞は診断に難渋する。Sgarbossaらが提唱した診断基準<sup>18)</sup>が長く使用されていたが、特異度は90%ながらも感度が低いという難点があった。そこでSmithらは完

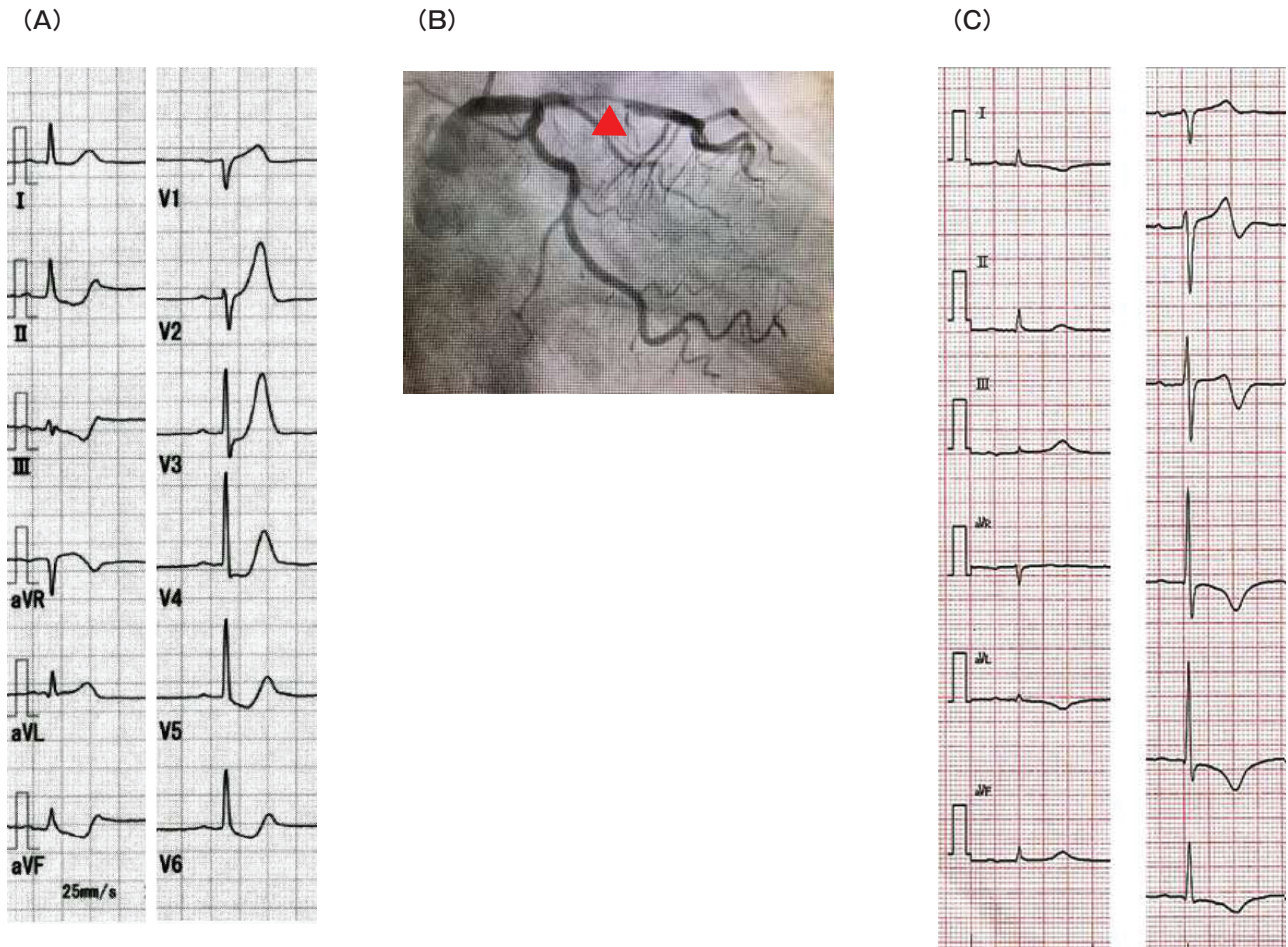


図 2 de Winter 症候群と Wellens 症候群

(A) de Winter 症候群：急性前壁心筋梗塞の前触れで左前下行枝近位部の閉塞を示唆する。前胸部誘導で1~3 mmの上行型のST低下と左右対称の高いT波を特徴とする。de Winterは、この高いT波は病院到着から血管拡張まで30~50分の間、形状に変化はなかったことより hyperacute T波とは異なるとしている。急性前壁心筋梗塞の2%に認められるという<sup>9)</sup>。de Winter ST/T wave complex ともいわれる。(自験例)

(B) 冠動脈造影：左前下行枝近位部に血栓を伴う99%閉塞(▲)を認める。(自験例)

(C) Wellens 症候群：V2,V3で2相性T波を、また、V4-V6で陰性T波を認める。この心電図変化は左前下行枝冠動脈の有意狭窄を示唆し、感度と特異度は、それぞれ69%と89%であり、陽性的中率は86%だった<sup>29)</sup>。前胸部誘導の二相性のT波変化は時間とともに左右対称なT波陰転に移行することがある。急性前壁心筋梗塞の14%の症例に認めた<sup>30)</sup>。(自験例)

全左脚ブロックのST/S比(QSパターンの誘導)とST/R比(RSパターンの誘導)に着眼して、これらが0.25を超えた場合は感度91%、特異度90%で急性心筋梗塞と診断できるとした<sup>19)</sup>(図6)。最近 Smithらは心室ペースング症例においても同基準が急性心筋梗塞診断に適応できるとした<sup>20)</sup>。

## Ⅶ. たこつぼ症候群と急性心筋梗塞の鑑別

たこつぼ症候群は精神的あるいは肉体的なスト

レスにより、一過性の心機能障害を呈する心筋症で急性心筋梗塞と似た心電図変化を示す(図7A)<sup>21,22)</sup>。多くは安静臥床で改善するが、中には致死的心室性不整脈、心原性ショック、心破裂など重篤な合併症を示すものもある。たこつぼ症候群と急性心筋梗塞を心電図で鑑別することが課題であったが、最近、国際登録研究から鑑別アルゴリズムが報告された(図7B)<sup>23)</sup>。

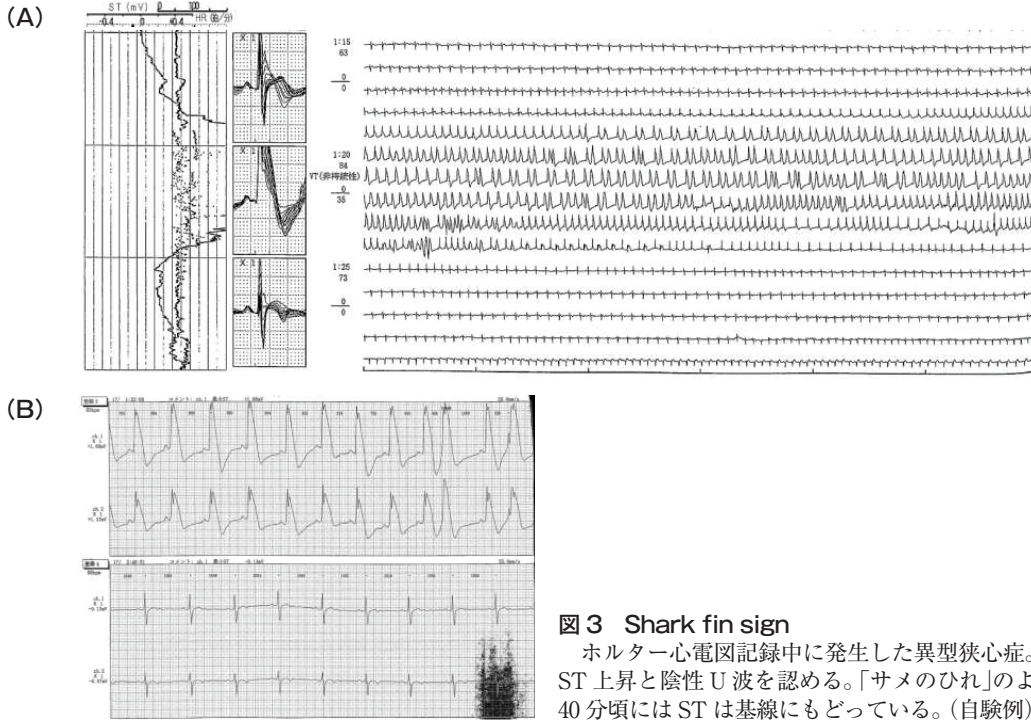


図3 Shark fin sign

ホルター心電図記録中に発生した異型狭心症。(A)午前1時19分頃からST上昇と陰性U波を認める。「サメのひれ」のように見える。(B)午前3時40分頃にはSTは基線にもどっている。(自験例)

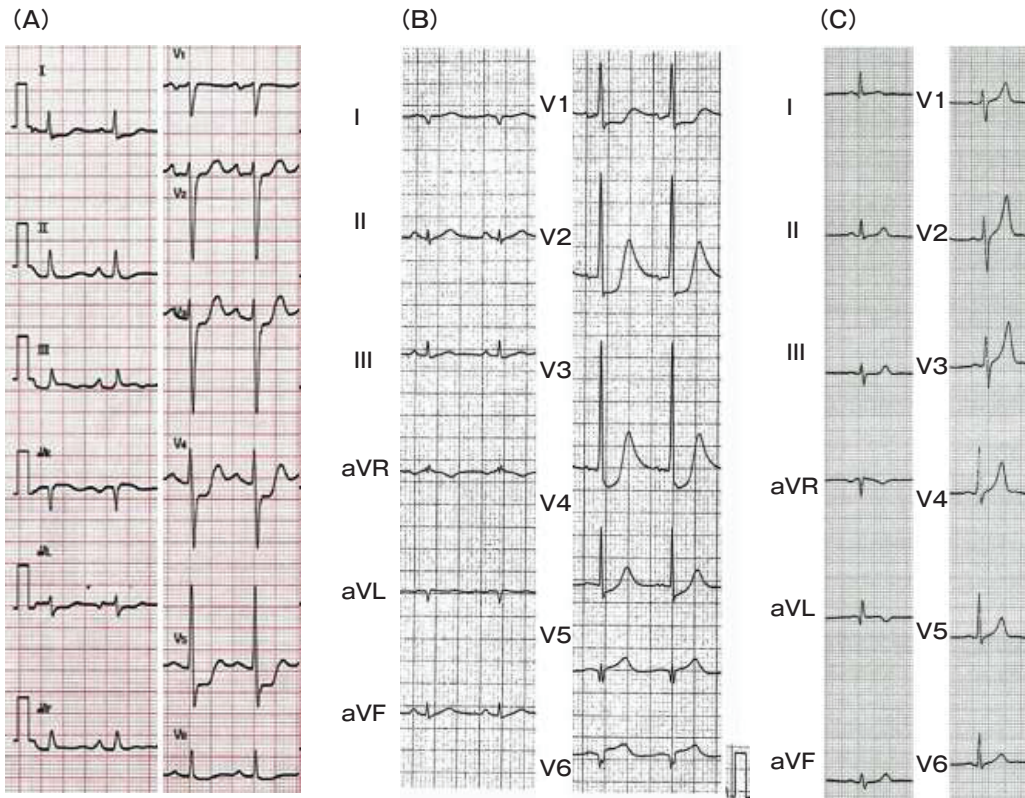


図4 後壁梗塞

(A) ST 上昇を示す誘導はなく、後壁梗塞の鏡面像として前胸部誘導でST低下を認める。(自験例)  
 (B) 前胸部誘導のST低下に加えてV1-V3誘導でR波増高を認める。  
 (C) V1-V3誘導でR波増高と左右対称なT波増高を認める。後壁梗塞を疑う場合は、心電図を裏返してV1-V3のSTが上昇していないか確認するとよい。背部誘導(V7-V9誘導)や導出18誘導心電図も診断に有用である。  
 (B, Cは月刊循環 別冊心電図クイズ2000 [メジカルセンス社]より転載)

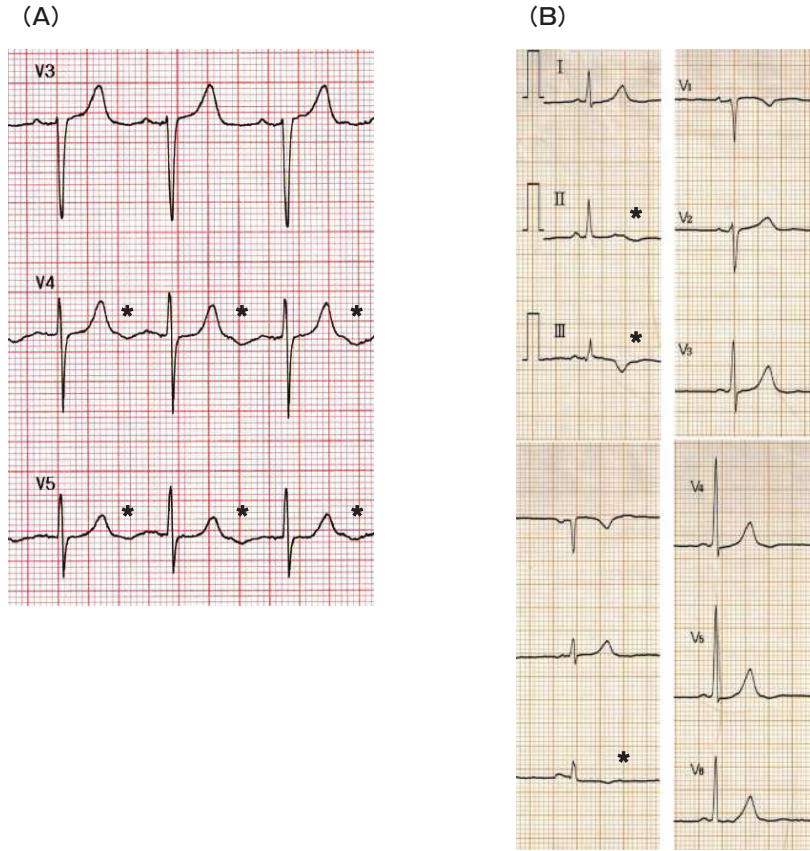


図 5 陰性 U 波

(A) マスターダブル試験で V4, V5 に陰性 U 波(\*)を認める。冠動脈造影で左前下行枝狭窄を認めた。(B) 胸痛を主訴に ER を受診した。下壁誘導で T 波終末部陰転と陰性 U 波(\*)を認める。冠動脈造影で右冠動脈狭窄を認めた。(自験例)

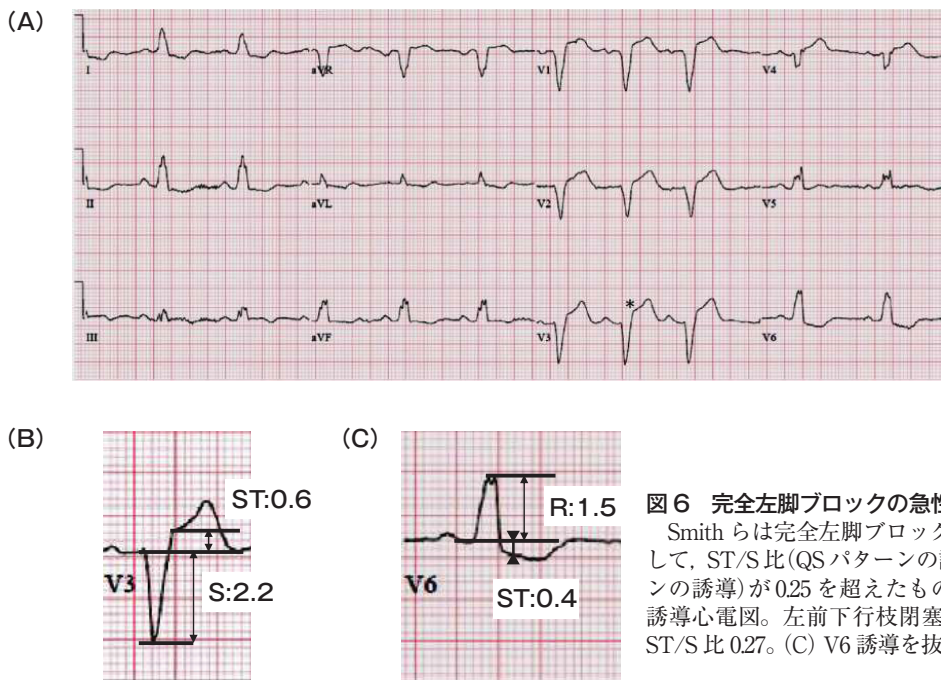


図 6 完全左脚ブロックの急性心筋梗塞

Smithらは完全左脚ブロックにおける急性心筋梗塞診断法として、ST/S比(QSパターン誘導)または、ST/R比(RSパターン誘導)が0.25を超えたものを急性心筋梗塞とした。(A) 12誘導心電図。左前下行枝閉塞の心筋梗塞。(B) V3誘導を抜粋。ST/S比0.27。(C) V6誘導を抜粋。ST/R比0.27。

(文献1より許可を得て転載)

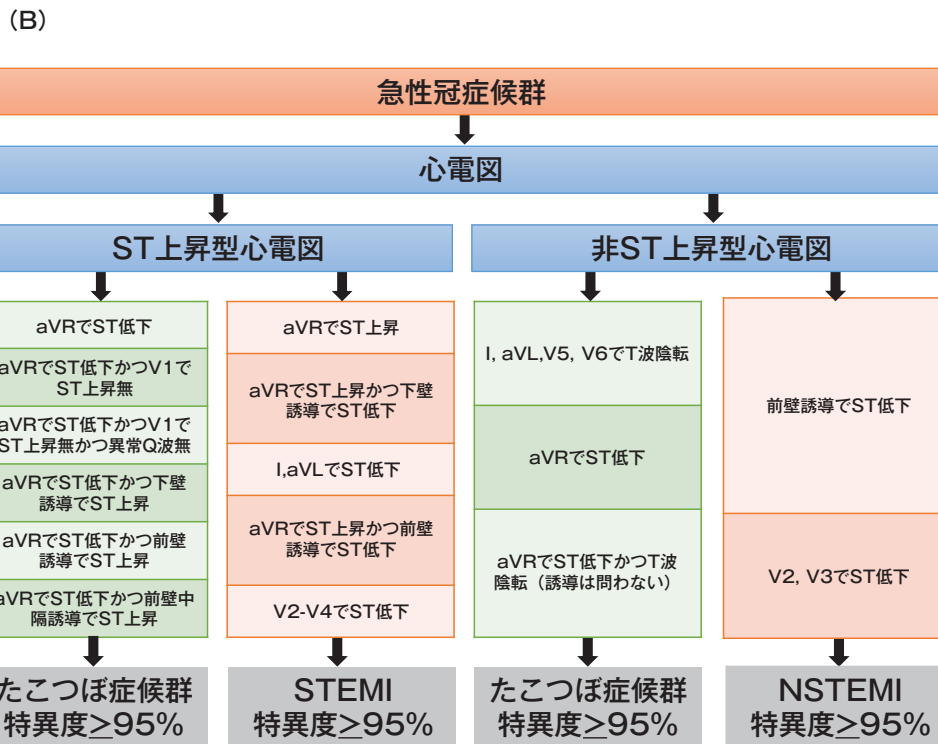
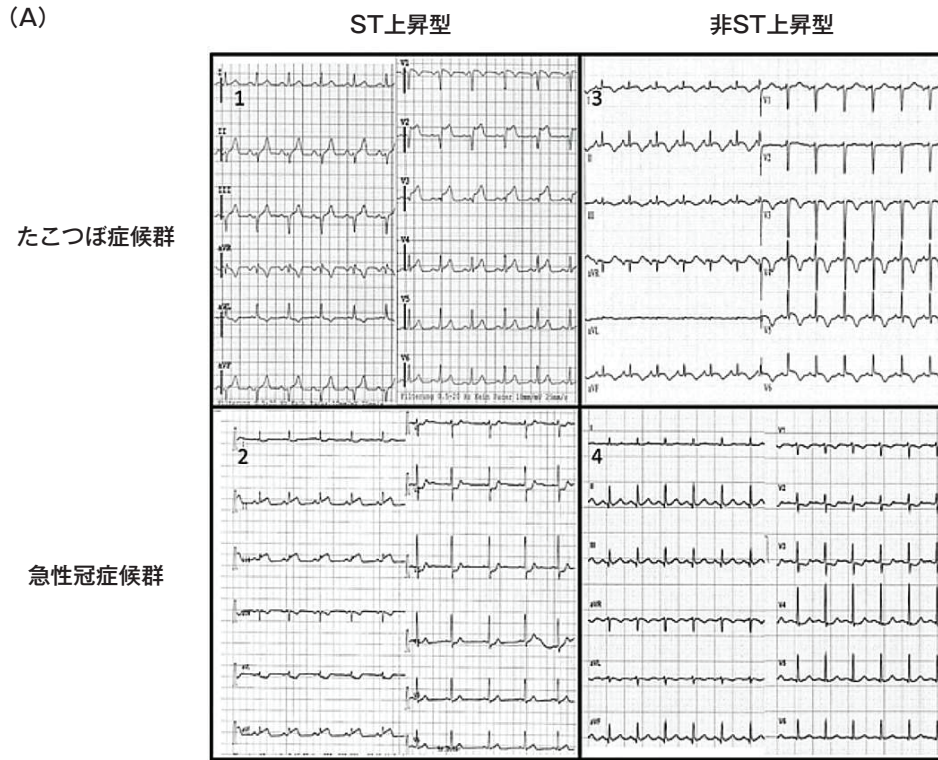


図7 たこつぼ症候群と急性心筋梗塞の鑑別

A (1) ST 上昇型たこつぼ症候群。(2) ST 上昇型急性心筋梗塞。(3) 非 ST 上昇型たこつぼ症候群心電図。(4) 非 ST 上昇型急性心筋梗塞。

B 鑑別アルゴリズム。

(文献 23 より許可を得て転載)

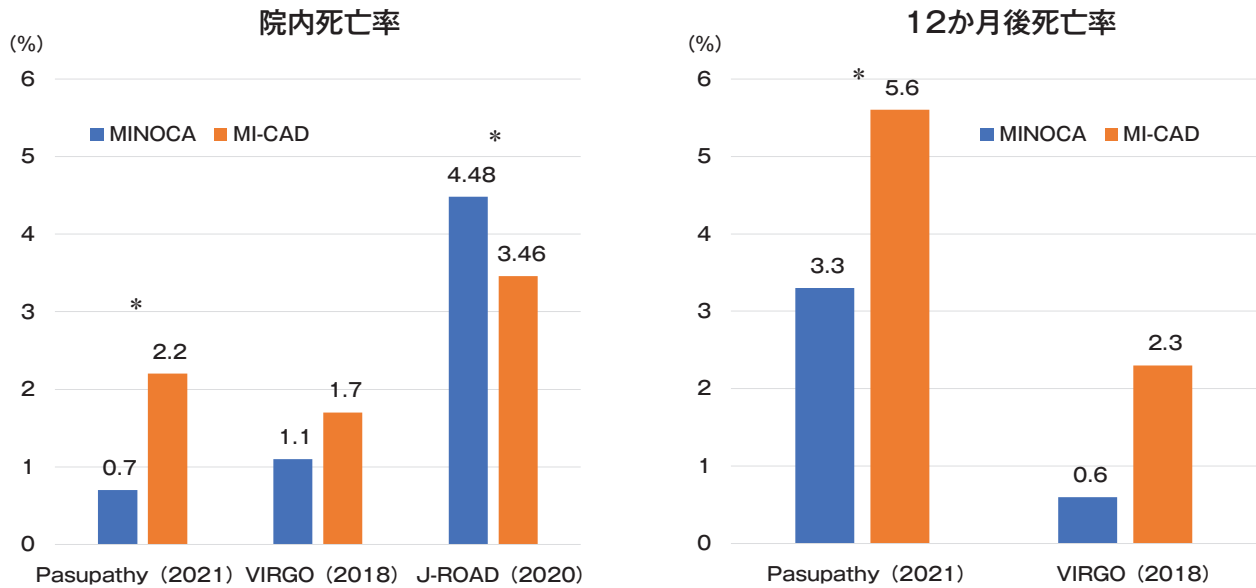


図 8 MINOCA と急性心筋梗塞の予後比較

Pasupathy らのメタ解析<sup>27)</sup>、VIRGO 研究<sup>28)</sup>と J-ROAD (日本循環器学会が主催する循環器疾患診療実態調査)データベース研究<sup>25)</sup>の結果をまとめた。研究により死亡率に差がある。J-ROAD 研究は 12 ヶ月後の死亡率の記載はない。\* p<0.05

MINOCA : myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries

MI-CAD : myocardial infarction with coronary artery disease

## Ⅷ. 非閉塞性冠動脈を伴う心筋梗塞

高感度トロポニンが基準値を超えているものの、責任冠動脈に 50% 以上の狭窄がないものを非閉塞性冠動脈を伴う心筋梗塞(myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries ; MINOCA)と呼ぶ<sup>24)</sup>。急性心筋梗塞の約 10% にみられ<sup>25, 26)</sup>、男性よりも女性に多い。MINOCA はアテローム硬化性プラーク破壊・びらん、冠動脈血栓症、冠動脈解離、その他 type2 心筋梗塞が成因と考えられるが<sup>7)</sup>、MINOCA の診断には非冠動脈由来の要因(心筋炎、たこつぼ症候群、心筋挫傷、肺塞栓、敗血症、末期腎不全など)が除外される必要がある。現時点では統一した MINOCA の診断基準や診断プロトコルはなく、このため冠動脈閉塞による心筋梗塞と MINOCA の予後を比べた研究では結果は一致していない<sup>25~28)</sup> (図 8)。

## おわりに

心筋梗塞が疑われる場合は早急に 12 誘導心電図をとって虚血性変化の有無を詳細に検討する。

時間をおいて再記録したり、12 誘導心電図の連続モニターを観察していると虚血性変化が出て来ることがある。

## 利益相反

本論文に関して、筆者が開示すべき利益相反はない。

## 文 献

- 1) McLaren JTT, et al : From STEMI to occlusion MI : paradigm shift and ED quality improvement. CJEM 2022 ; 24 : 250-255.
- 2) Lawner BJ, et al : Novel patterns of ischemia and STEMI equivalents. Cardiol Clin 2012 ; 30 : 591-599.
- 3) Aslanger EK, et al : STEMI : A transitional fossil in MI classification? J Electrocardiol 2021 ; 65 : 163-169.
- 4) Aslanger EK, et al : Recognizing electrocardiographically subtle occlusion myocardial infarction and differentiating it from mimics : Ten steps to or away from cath lab. Turk Kardiyol Dern Ars 2021 ; 49 : 488-500.
- 5) Miranda DF, et al : New insights into the use of the 12-lead electrocardiogram for diagnosing acute myocardial infarction in the emergency department.

- Can J Cardiol 2018 ; 34 : 132-145.
- 6) Khan AR, et al : Impact of total occlusion of culprit artery in acute non-ST elevation myocardial infarction : a systematic review and meta-analysis. Eur Heart J 2017 ; 38 : 3082-3089.
  - 7) Thygesen K, et al : Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). Eur Heart J 2019 ; 40 : 237-269.
  - 8) Hillinger P, et al : Prospective validation of current quantitative electrocardiographic criteria for ST-elevation myocardial infarction. Int J Cardiol 2019 ; 292 : 1-12.
  - 9) de Winter RJ, et al : A new ECG sign of proximal LAD occlusion. N Engl J Med 2008 ; 359 : 2071-2073.
  - 10) de Zwaan C, et al : Characteristic electrocardiographic pattern indicating a critical stenosis high in left anterior descending coronary artery in patients admitted because of impending myocardial infarction. Am Heart J 1982 ; 103 : 730-736.
  - 11) Janaki Rami Reddy M, et al : Shark fin sign. J Arrhythm 2021 ; 37 : 1362-1363.
  - 12) Cipriani A, et al : The electrocardiographic "triangular QRS-ST-T waveform" pattern in patients with ST-segment elevation myocardial infarction : Incidence, pathophysiology and clinical implications. J Electrocardiol 2018 ; 51 : 8-14.
  - 13) Symanski JD, et al : Action potential-like ST elevation in a young patient with no heart disease. Am J Med 2021 ; 134 : 335-338.
  - 14) Khan JN, et al : Posterior myocardial infarction : are we failing to diagnose this? Emerg Med J 2012 ; 29 : 15-18.
  - 15) Watanabe E, et al : Electrocardiographic prediction of the development and site of acute myocardial infarction in patients with unstable angina. Int J Cardiol 2003 ; 89 : 231-237.
  - 16) Gerson MC, et al : Exercise-induced U-wave inversion as a marker of stenosis of the left anterior descending coronary artery. Circulation 1979 ; 60 : 1014-1020.
  - 17) Matsuguchi T, et al : Transient U wave inversion during variant angina. Am Heart J 1984 ; 108 : 899-904.
  - 18) Sgarbossa EB, et al : Electrocardiographic diagnosis of evolving acute myocardial infarction in the presence of left bundle-branch block. GUSTO-I (Global Utilization of Streptokinase and Tissue Plasminogen Activator for Occluded Coronary Arteries) Investigators. N Engl J Med 1996 ; 334 : 481-487.
  - 19) Smith SW, et al : Diagnosis of ST-elevation myocardial infarction in the presence of left bundle branch block with the ST-elevation to S-wave ratio in a modified Sgarbossa rule. Ann Emerg Med 2012 ; 60 : 766-776.
  - 20) Dodd KW, et al : Electrocardiographic diagnosis of acute coronary occlusion myocardial infarction in ventricular paced rhythm using the modified sgarbossa criteria. Ann Emerg Med 2021 ; 78 : 517-529.
  - 21) Ghadri JR, et al : International expert consensus document on Takotsubo Syndrome (Part I) : Clinical characteristics, diagnostic criteria, and pathophysiology. Eur Heart J 2018 ; 39 : 2032-2046.
  - 22) Ghadri JR, et al : International expert consensus document on takotsubo syndrome (Part II) : diagnostic workup, outcome, and management. Eur Heart J 2018 ; 39 : 2047-2062.
  - 23) Frangieh AH, et al : ECG criteria to differentiate between takotsubo (Stress) cardiomyopathy and myocardial infarction. J Am Heart Assoc 2016 ; 5 : e003418.
  - 24) Beltrame JF : Assessing patients with myocardial infarction and nonobstructed coronary arteries (MINOCA). J Intern Med 2013 ; 273 : 182-185.
  - 25) Ishii M, et al : Characteristics and in-hospital mortality of patients with myocardial infarction in the absence of obstructive coronary artery disease in super-aging society. Int J Cardiol 2020 ; 301 : 108-113.
  - 26) Pasupathy S, et al : Systematic review of patients presenting with suspected myocardial infarction and nonobstructive coronary arteries. Circulation 2015 ; 131 : 861-870.
  - 27) Pasupathy S, et al : Survival in patients with suspected myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries : A comprehensive systematic review and meta-analysis from the MINOCA global collaboration. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2021 ; 14:e007880.
  - 28) Safdar B, et al : Presentation, clinical profile, and prognosis of young patients with myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries (MINOCA) : Results From the VIRGO Study. J Am Heart Assoc 2018 ; 7 : e009174.
  - 29) Haines DE, et al : Anatomic and prognostic significance of new T-wave inversion in unstable angina. Am J Cardiol 1983 ; 52 : 14-18.
  - 30) de Zwaan C, et al : Angiographic and clinical characteristics of patients with unstable angina showing an ECG pattern indicating critical narrowing of the proximal LAD coronary artery. Am Heart J 1989 ; 117 : 657-665.