

## 心電図異常波形の成因に迫る

# T波の多型に迫る

淀川顕司\*

心電図でのT波は、心室の興奮消退(再分極)を反映しており、活動電位持続時間に較差が生じる状態や心室興奮伝播の変動の影響を受け、陰性・2相性・平坦化等、様々に変化する。心電図T波の変化は、一次性変化と二次性変化に分類される。一次性変化は、心筋虚血や心筋梗塞、心肥大などの病態に伴って心室の各部で活動電位持続時間に較差が生じる状態で認められるT波変化である。一方、二次性変化は、心室期外収縮や脚ブロック、WPW症候群などでみられる心室興奮伝播の変化に基づくST-T波形変化である。臨床的に重要なのは、高カリウムや心筋梗塞急性期におけるT波増高、肺塞栓における陰性T波、虚血性心疾患における2相性・陰性T波、肥大型心筋症・脳血管障害やたこつぼ型心筋症に伴う巨大陰性T波である。疾患・病態ごとのT波の特徴をおさえておくことが重要である。

(心電図, 2022 ; 42 : 103-108)

### I. はじめに

心電図は、体表面の電極を通して心臓の電気活動を記録したものである。心電図QRS波は、電気的興奮が心室を伝播していく過程(脱分極)を反映し、T波はその消褪過程(再分極)に対応している。

心筋細胞は、静止状態では細胞内がマイナスに帯電している。これは、細胞膜が $K^+$ に対する透過性を有していて、細胞内の $K^+$ 濃度が細胞外よりも高いためである。この静止状態の心筋細胞に隣接する

細胞から刺激が伝えられて細胞内電位が浅くなると、細胞膜の $Na^+$ チャンネルが開いて $Na^+$ が細胞内に流入し、細胞内電位が急速に上昇(脱分極、活動電位第1相)する。その後、 $Ca^{2+}$ チャンネルを通る内向き電流と $K^+$ チャンネルによる外向き電流がほぼ釣り合った状態が保たれる(活動電位第2相)。その後、 $Ca^{2+}$ チャンネル電流が減少する一方、 $K^+$ チャンネル電流が徐々に増大するため、細胞内電位はゆっくりと下降して(活動電位第3相)、元の静止電位に戻る。再分極は活動電位第3相に相当し、心電図T波に反映される(図1)。

興奮の消褪による起電力ベクトルは、心室筋各部位で活動電位持続時間に差がなければ、興奮伝播による起電力ベクトルとは逆方向となり、T波はQRS波と逆方向の振れとなるはずであるが、正常心電図のT波はQRS波と同方向であり、これは心室の各部で活動電位持続時間に差があることを反映

**Keywords**

- 心電図
- T波
- 多型
- 再分極

日本医科大学循環器内科  
(〒113-8620 東京都文京区千駄木1-1-5)

\*は責任者を示す

Approach to T wave Variability

Kenji Yodogawa

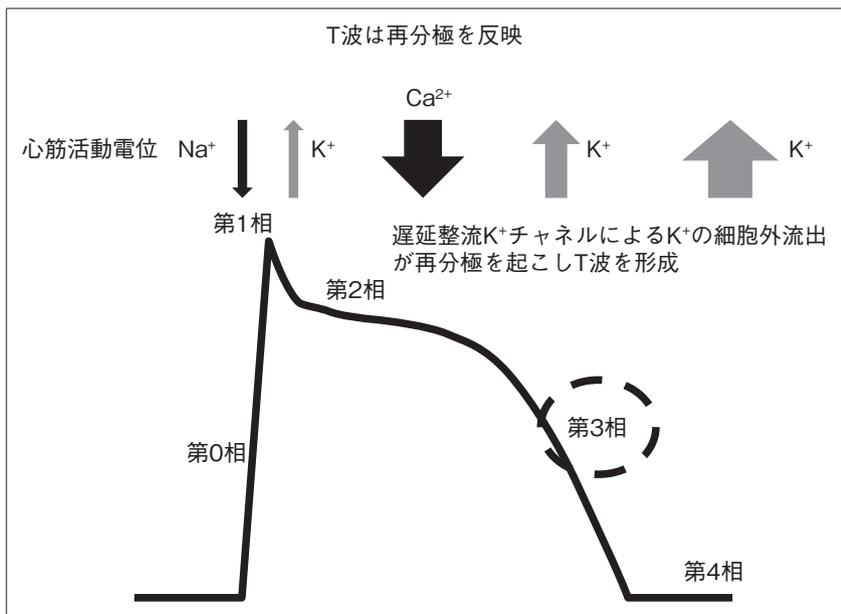


図1  
心筋活動電位

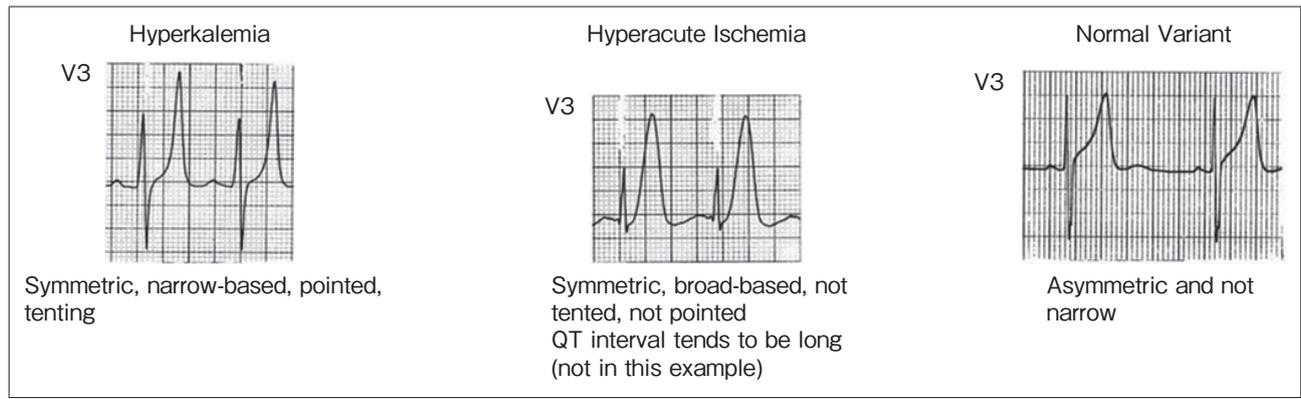


図2 T波増高の鑑別

[文献2より引用]

している。心内膜側の心室筋では、活動電位持続時間が心外膜側よりも長いことが知られており、心内膜側の活動電位再分極は心外膜側よりも遅れる。このため、興奮の消褪に伴う起電力ベクトルの方向は脱分極の際の起電力ベクトルと同じ方向となり、心電図T波はQRS波と同じ向きになる。

## II. T波の多型

心電図T波の変化は、一次性変化と二次性変化に分類される。一次性変化は、心筋虚血や心筋梗

塞、心肥大などの病態に伴って心室の各部で活動電位持続時間に較差が生じる状態で認められるT波変化である。一方、二次性変化は、心室期外収縮や脚ブロック、WPW症候群などでみられる心室興奮伝播の変化に基づくST-T波形変化である。

### 1. 正常T波とは

正常心電図におけるT波はaV<sub>R</sub>誘導で陰性、aV<sub>L</sub>、Ⅲ、V<sub>1</sub>誘導で陽性あるいは陰性、Ⅰ、Ⅱ、V<sub>2</sub>~V<sub>6</sub>誘導では陽性である。<sup>1)</sup>

表 陰性T波をきたす代表的な病態

1. 正常亜型(若年者のV<sub>2</sub>など)
2. 虚血性心疾患
3. 心肥大・心筋症・心筋炎
4. 脚ブロックなどの2次性T波変化
5. 肺血栓塞栓症
6. 脳血管障害

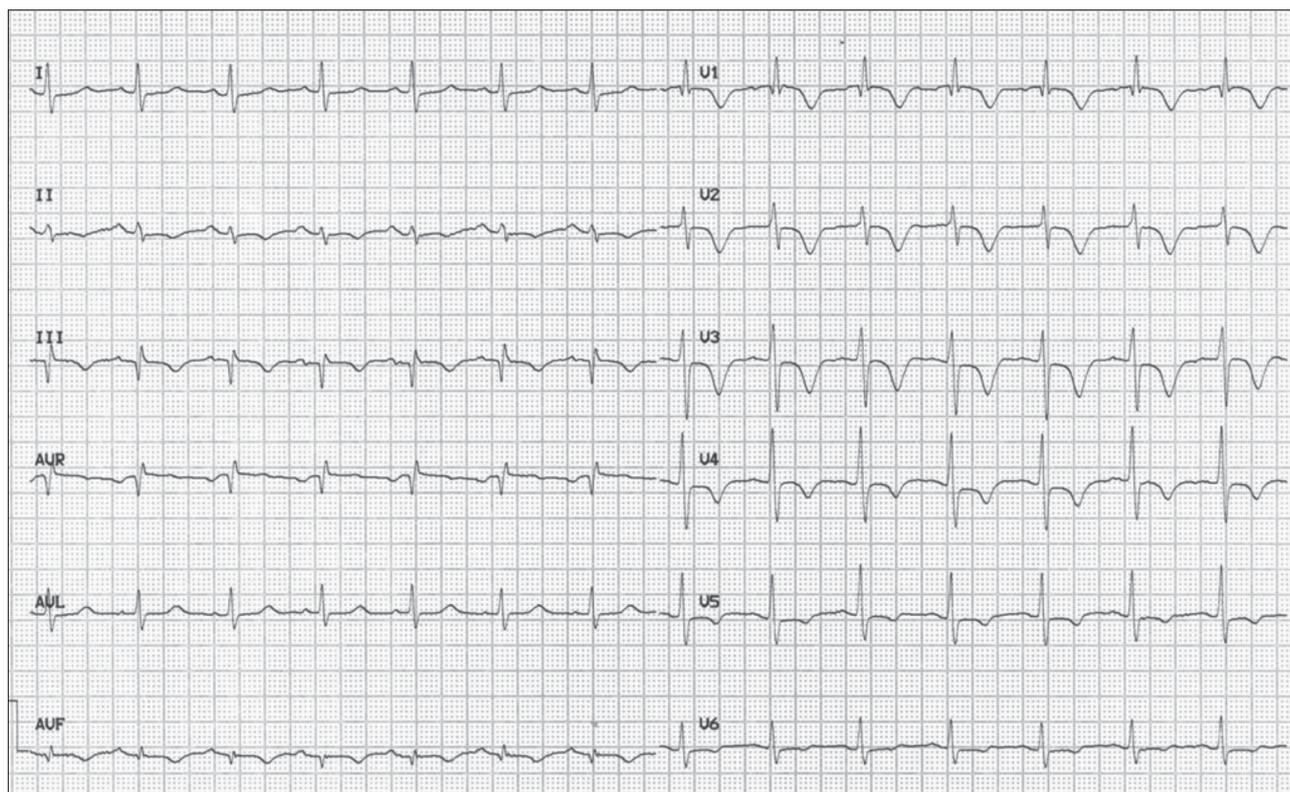


図3 肺塞栓で認められる胸部誘導での陰性T波

[文献3より引用]

## 2. T波増高

健常成人ではV<sub>2</sub>あるいはV<sub>3</sub>誘導で最もT波が高い。正常T波高上限は文献によって異なるもののV<sub>2</sub>誘導で1.0~1.4 mV、女性は0.7~1.0 mVとされている<sup>1)</sup>。T波増高をきたす病態で重要なのは高カリウム血症、心筋虚血超急性期、正常亜型である(図2)。高カリウムでは左右対称性の幅の狭いテント状T波、心筋虚血超急性期では左右対称性の幅の広いT波、正常亜型では左右非対称性の幅の広いT波が特徴である<sup>2)</sup>。

## 3. 陰性T波

陰性T波の定義は波高が-0.1 mV以下と定義される<sup>1)</sup>。Ⅲ, aV<sub>F</sub>, V<sub>1</sub>誘導では健常例でもT波陰転化がみられることがあるため、I, II, aV<sub>L</sub>, V<sub>2</sub>~V<sub>6</sub>誘導で認められた場合は有意所見とする<sup>1)</sup>。陰性T波の認められる代表的な病態を表に示した。虚血性心疾患が臨床的に重要であるが、肺塞栓における胸部誘導での陰性T波にも注意が必要である(図3)<sup>3)</sup>。

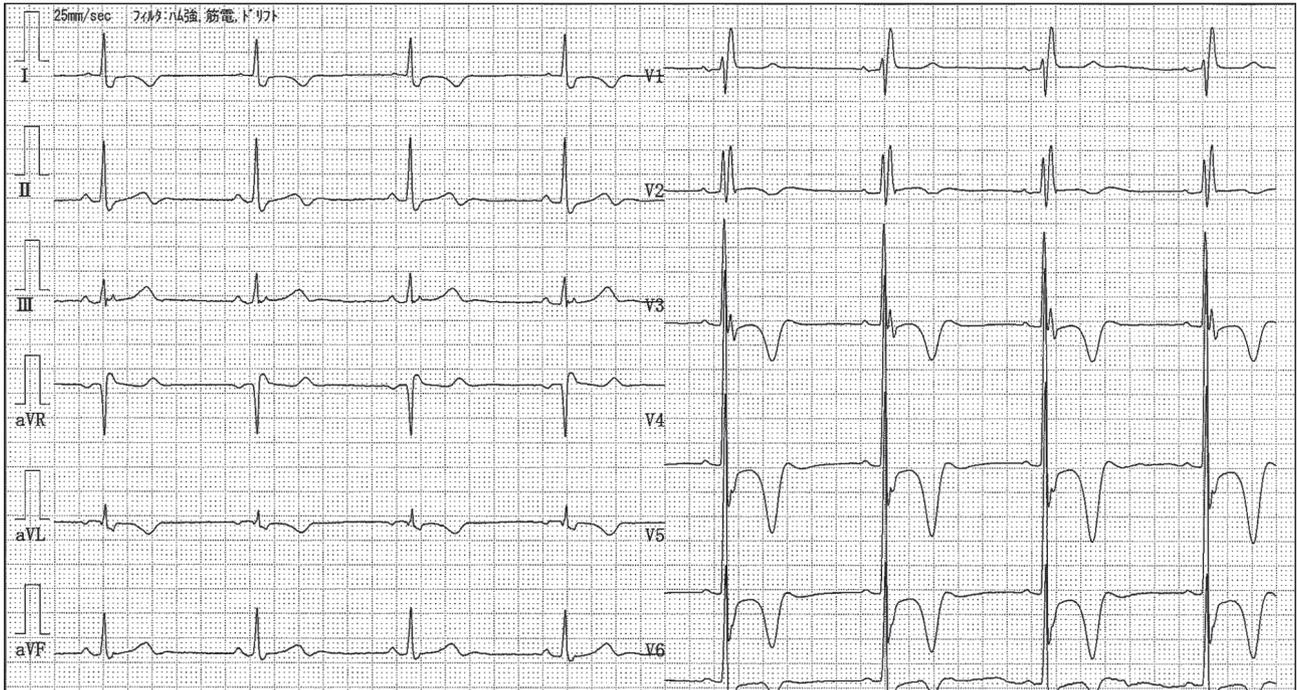


図4 心尖部肥大型心筋症で認められた胸部誘導での巨大陰性T波

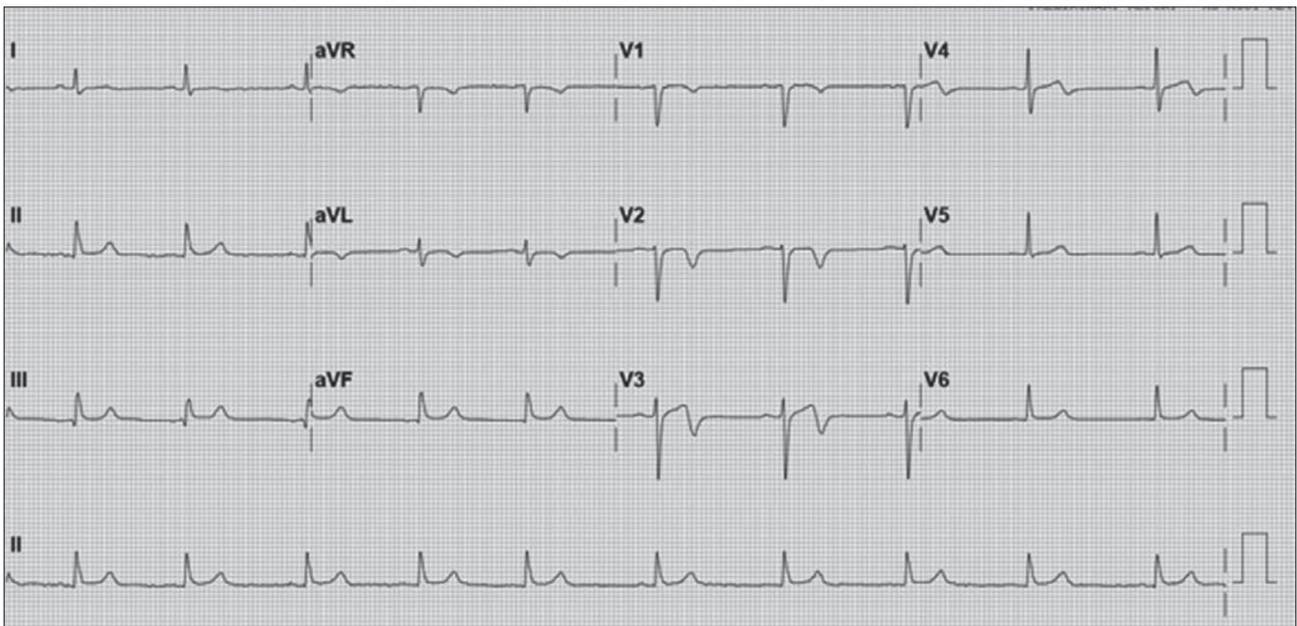


図5 Wellens症候群における心電図

胸痛にて受診。V<sub>3</sub>誘導で2相性T波が認められ、左前下行枝の重篤な虚血が疑われる。冠動脈造影では左前下行枝近位部の完全閉塞を認めた。

[文献5より引用]

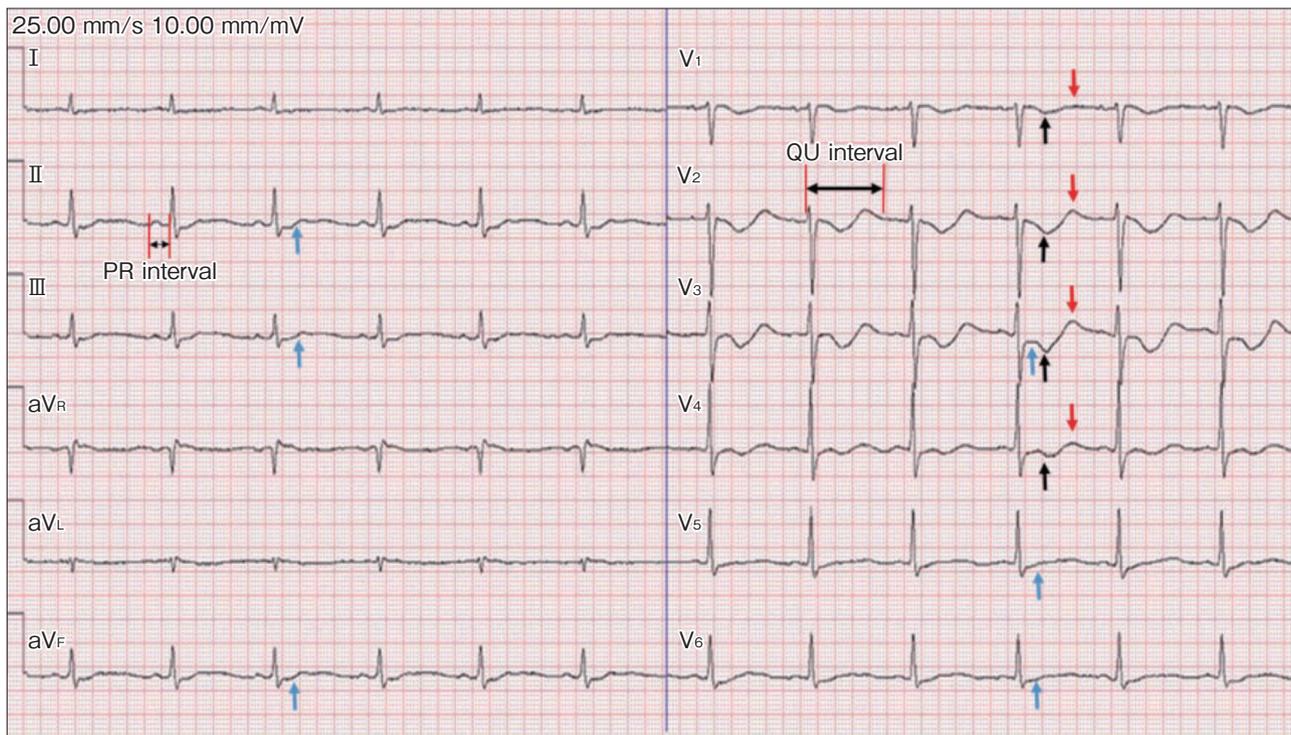


図6 低カリウム血症で認められる胸部誘導での2相性T波

下行してから上行するのが特徴である。

〔文献6より引用〕

#### 4. 巨大陰性T波

T波高が $-1\text{ mV}$ 以下は巨大陰性T波と定義される<sup>4)</sup>。臨床的に多く認められるのは心尖部肥大型心筋症(図4)であるが、そのほか、たこつぼ型心筋症やクモ膜下出血などの中枢神経疾患でも認められることがある。

#### 5. 平坦化T波

T波高が $-0.1\text{ mV}$ を超えて $0.1\text{ mV}$ 未満と定義され、I、II、 $aV_L$ 、 $V_4\sim V_6$ 誘導で認められた場合、有意な所見とされる<sup>1)</sup>。いわゆる非特異的T波変化であるが、臨床的に重要なのは虚血性心疾患および低カリウム血症である。

#### 6. 2相性T波

2相性T波で最も重要なのは心筋虚血である。特に、 $V_2$ 、 $V_3$ 誘導の2相性T波はWellens症候群Type Bに分類され、左前下行枝近位部の高度狭窄が示唆される(図5)<sup>5)</sup>。低カリウム血症でも2相性

T波が認められるが、T波初期成分が下行し後半成分で上行する(図6)<sup>6)</sup>。

### III. 結 語

T波は様々な形へ変化するが、その疾患・病態は多岐にわたる。疾患・病態ごとのT波の特徴をおさえておくことが重要である。

#### 〔文 献〕

- 1) AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram : part IV : the ST segment, T and U waves, and the QT interval : a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology ; the American College of Cardiology Foundation ; and the Heart Rhythm Society. Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. J Am Coll Cardiol.

- 2009 ; 53 : 982-991
- 2) [https://www.medscape.com/viewarticle/576765\\_2](https://www.medscape.com/viewarticle/576765_2)
  - 3) Zhao YT, Tu I : Acute pulmonary embolism with precordial T-wave inversion and negative D-dimer. Am J Emerg Med, 2017 ; 35 : 520.e3
  - 4) Chikamori T, Doi YL, Furuno T, et al. : Diagnostic significance of deep T-wave inversion induced by exercise testing in patients with suspected coronary artery disease. Am J Cardiol, 1992 ; 70 : 403-406
  - 5) Rhinehardt J, Brady WJ, Perron AD, et al. : Electrocardiographic manifestations of Wellens' syndrome. Am J Emerg Med, 2002 ; 20 : 638-643
  - 6) Wang X, Han D, Li G : Electrocardiographic manifestations in severe hypokalemia. J Int Med Res, 2020 ; 48 : 300060518811058