

# 臨床心電図解析の実際

—どこをどうみるか—

重症不整脈に直結する波形異常編

日本医科大学名誉教授/国際医療福祉大学教授

加藤 貴雄

## はじめに

日本医科大学名誉教授/国際医療福祉大学教授  
加藤貴雄

数年前、さまざまな不整脈心電図の解析の仕方をまとめ、日本不整脈心電学会のホームページ上に電子版として公開した ([http://new.jhrs.or.jp/contents\\_jse/actibook/](http://new.jhrs.or.jp/contents_jse/actibook/)) が、不整脈を正確に解析・診断し、重症度を判断してその治療方針を決定するのは、なかなか骨が折れることである。ましてこれらの不整脈の多くは、ほかのさまざまな疾患と異なり、しばしばごく短時間一過性にしか起こらず、動悸などの自覚症状から不整脈を強く疑ったとしても、それが心電図に記録されない限り、正しい診断を下すことは不可能である。そのため、一過性に出現する不整脈を記録することを目的に、ホルター心電図やイベントレコーダーなどが臨床の現場で駆使されているが、目的の不整脈を確実にとらえるのには多大なエネルギーを必要とする。

しかし、なかには重大な不整脈を起こす例において、現在は洞調律で不整脈が現れていなくても、ある特徴をもった波形を示したり、不整脈が発生する前兆として何らかの波形変化を起こしたりする場合がある。もし、これらの心電図変化や異常所見が確認できれば、次に起こりうる不整脈を予測することができるかもしれない。

本シリーズでは、不整脈そのものではなく重症不整脈に結び付く可能性のある波形異常・波形変化を取り上げ、それぞれの心電図のどこをどうみたらよいのか、典型的なものから稀なものまでさまざまな例について具体的に解説する。

この心電図、  
どこをどうみるか？

# 第 I 章

## $\delta$ (デルタ) 波

## δ(デルタ)波がみられる心電図

### δ波とは？

- \* 心房－心室間の副伝導路を介する心室早期興奮によって、QRS波立ち上がり部分に形成される緩徐な三角形の波を **δ(デルタ)波** と呼ぶ。

### δ波を呈する疾患

- \* 副伝導路としてはKent束のほかにMeheim線維、James束などが提唱されているが、δ波を示すのはKent束が代表的である。興奮がKent束を心房から心室へ順行性に伝導しδ波を呈するものを**顕性WPW症候群**、心室から心房への逆行性伝導のみでδ波が見られないものを**潜在性WPW症候群**、δ波が出没するものを**間欠性WPW症候群** と呼ぶ。
- \* Kent束の付着部位が左心系にあるものを**A型**、右心系にあるものを**B型**と呼び、V<sub>1</sub>誘導でQSパターンを示すものを特に**C型**と呼ぶこともある。
- \* Maheim線維が関与する**非定形的WPW症候群**もある。
- \* 正常伝導系と副伝導路を興奮が巡回する、**房室回帰性頻拍**をきたすことがある。
- \* 房室回帰性頻拍には、正常伝導系を順行する**narrow QRSの正方向性(orthodromic)頻拍**と、副伝導路を順行する**wide QRSの逆方向性(antidromic)頻拍**がある。
- \* 顕性WPW症候群で心房細動を併発すると、極端なwide QRS頻拍(pseudo VT:偽性心室頻拍)をきたし、突然死する恐れもある。

## キーワード

QRS波の直前

## どこをどうみるか

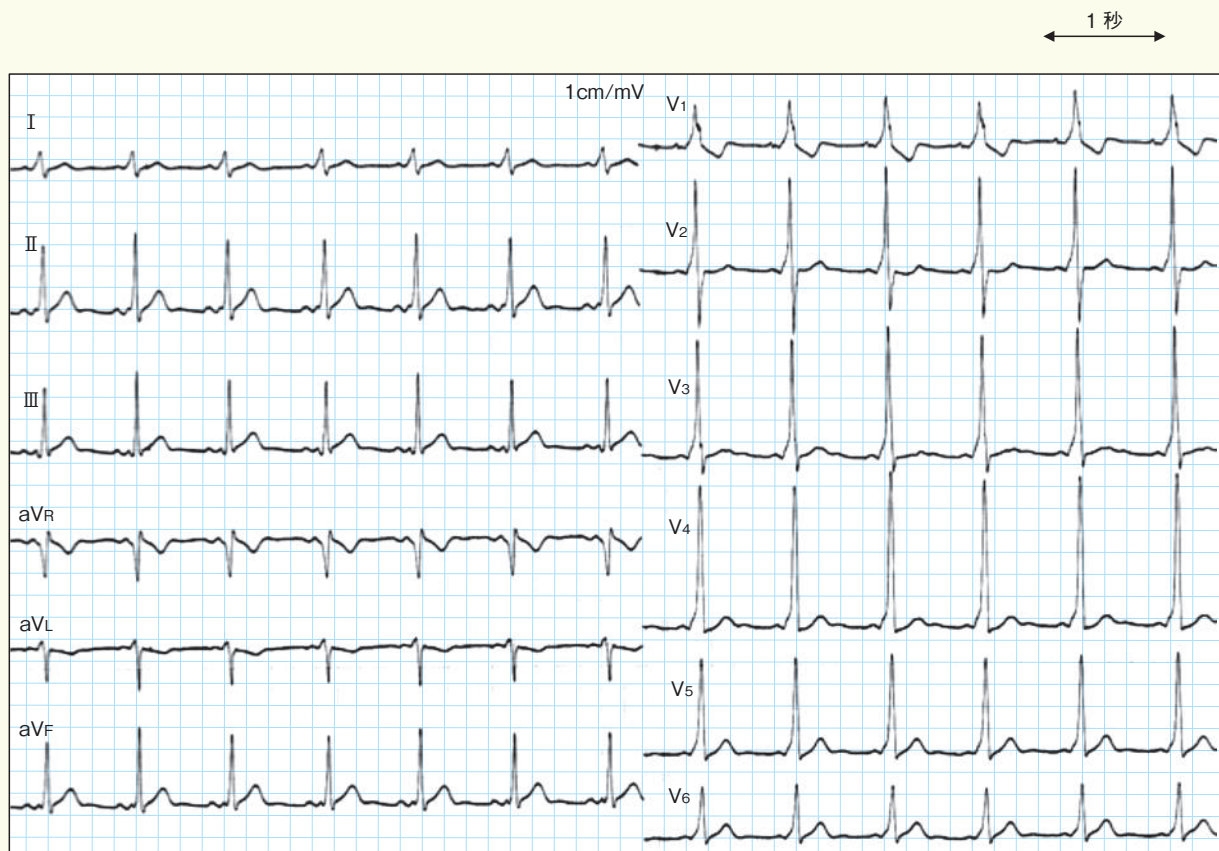
δ波：QRS波立ち上がり部分の緩徐な三角形の波（QRS幅増大、ST低下も付随してみられる）

## 波形異常と不整脈の関係

δ波 ⇒ WPW症候群 → 発作性上室頻拍（房室回帰性頻拍）/心房細動

**δ波がみられる心電図、  
QRS波立ち上がり部分に着目！**

# $\delta$ 波 - 1 Question

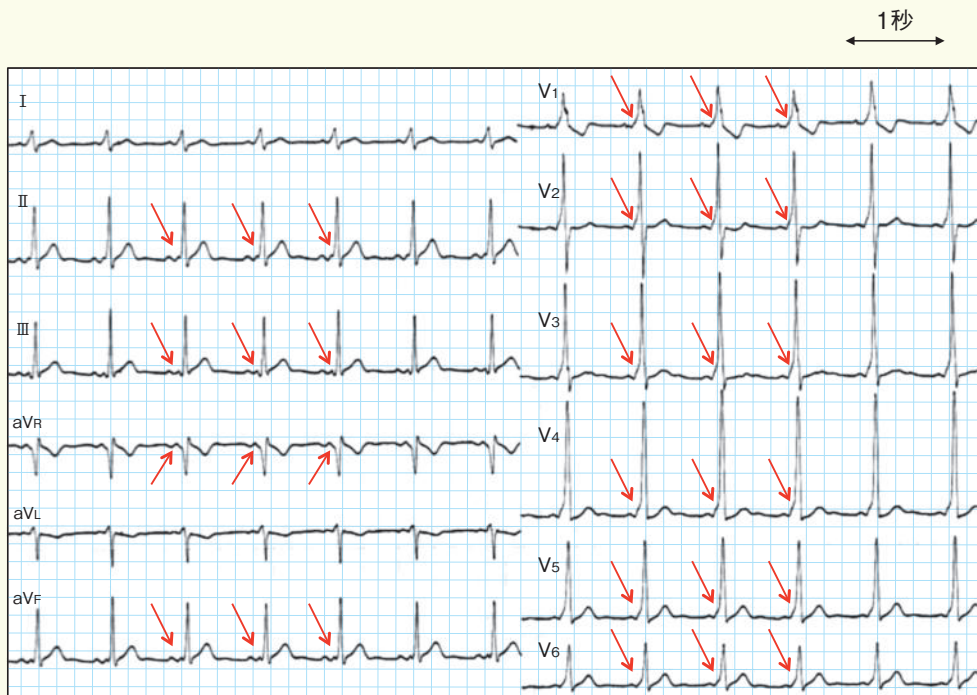


12誘導を6誘導ずつ連続記録。

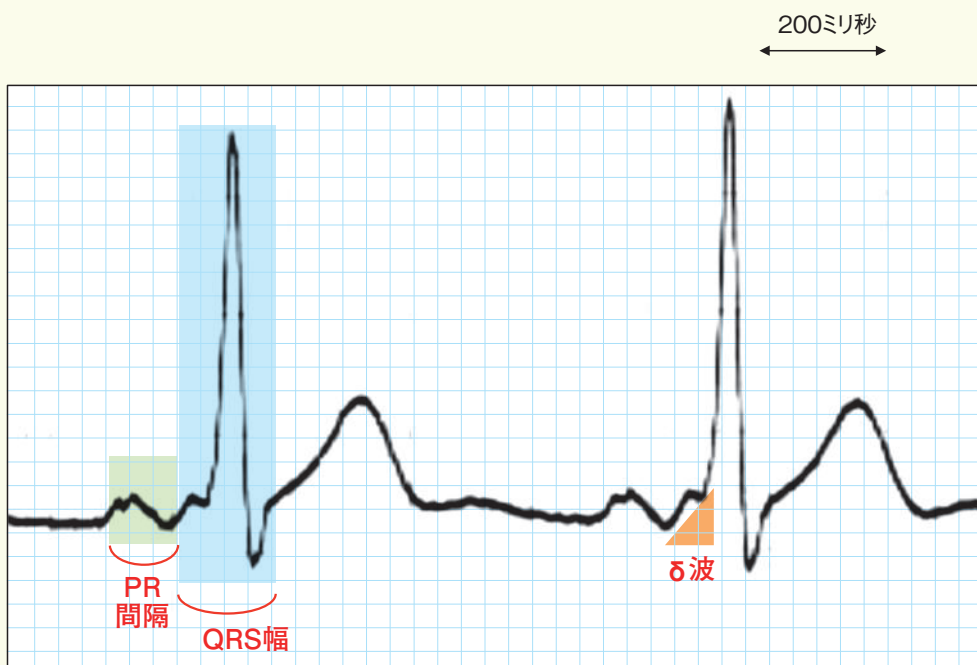
25歳、男性。会社の定期健診の際の記録。自覚症状なし。



# δ波 - 1 Answer

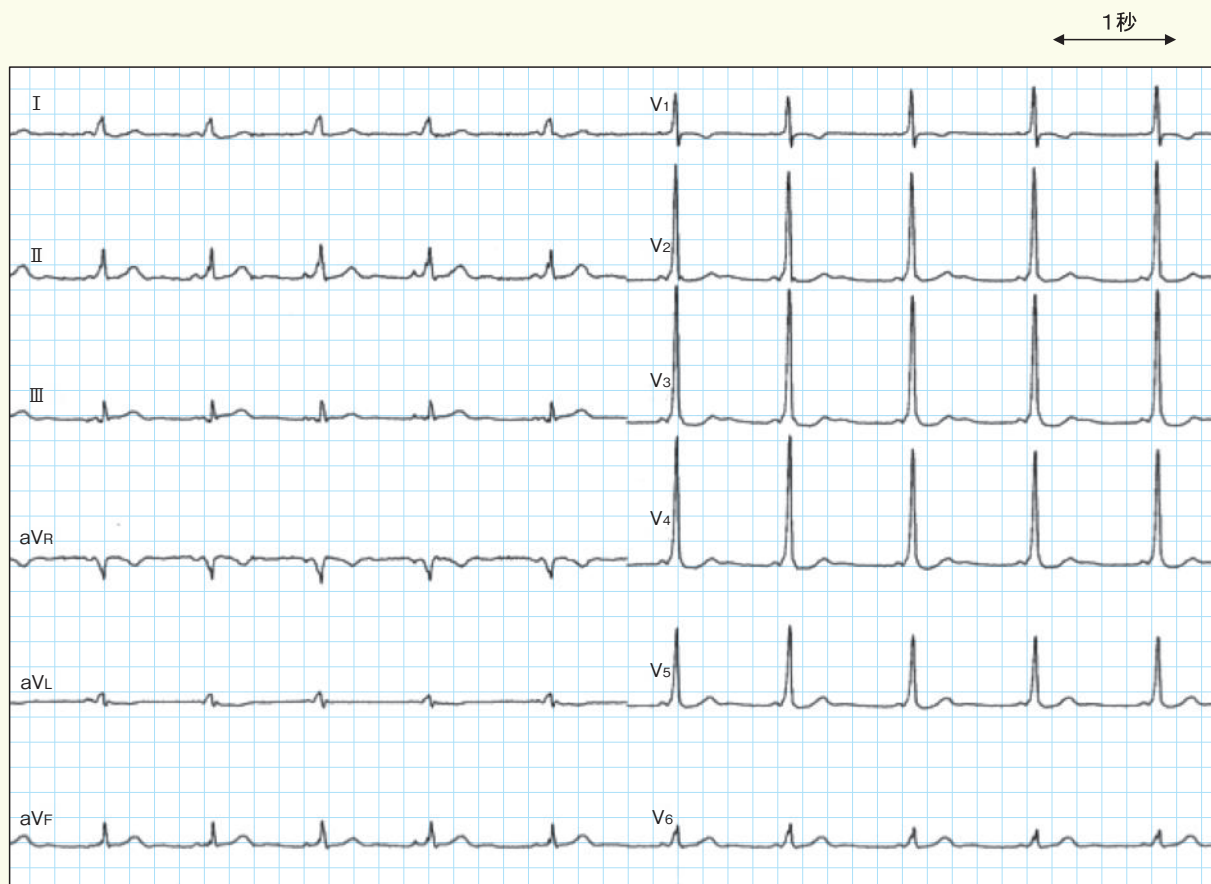


IおよびaVL誘導では明確ではないが、ほとんどの誘導でQRSの立ち上がり部分が緩徐(↑)で、QRS幅が増大している。



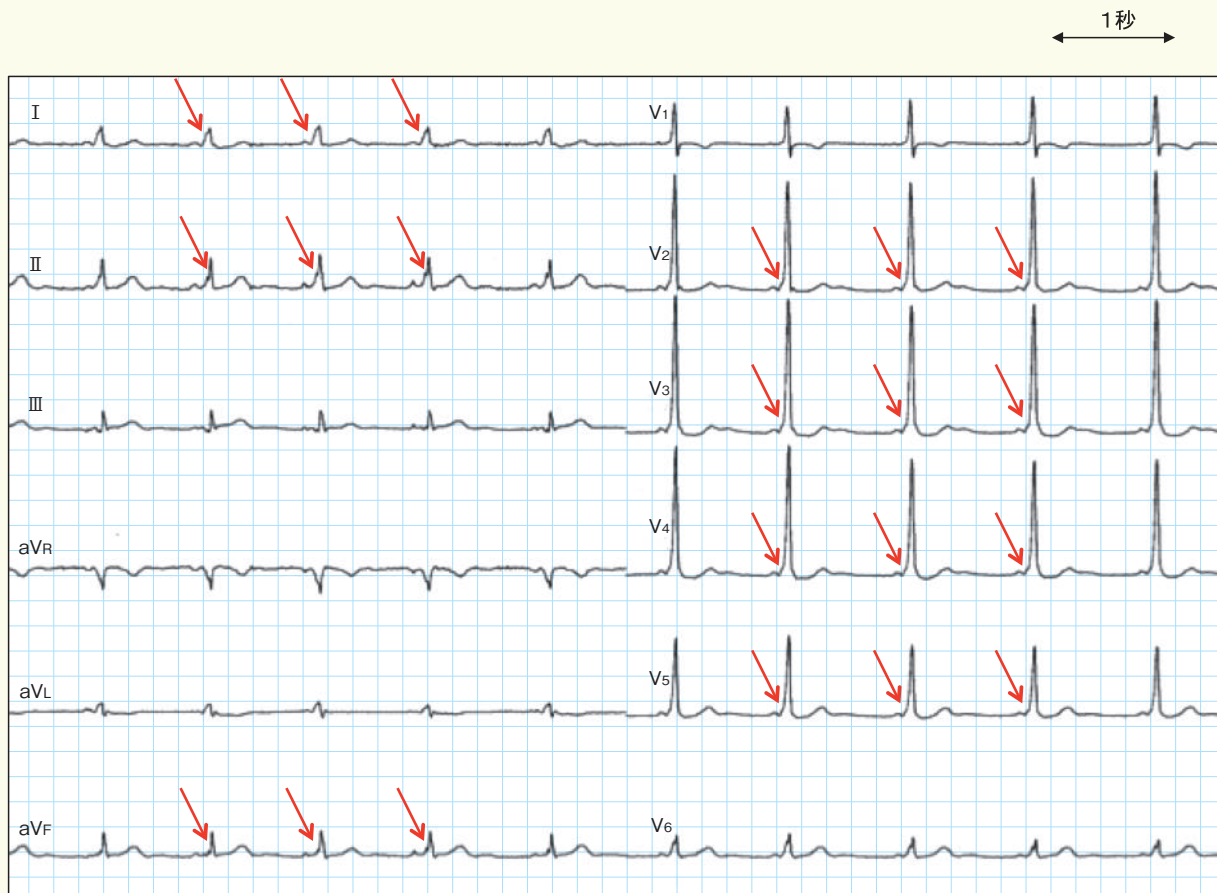
II誘導の一部を拡大した。PR間隔は120msecと短縮、QRS幅は160msecと増大し、QRS波立ち上がり部分に直角三角形のδ波を認める典型的なWPW症候群である。なお、本例はV<sub>1</sub>誘導でR波が高く、完全右脚ブロックに類似した波形を呈していることから、左心系にKent束を有するA型WPW症候群と判断される。

# $\delta$ 波 - 2 Question



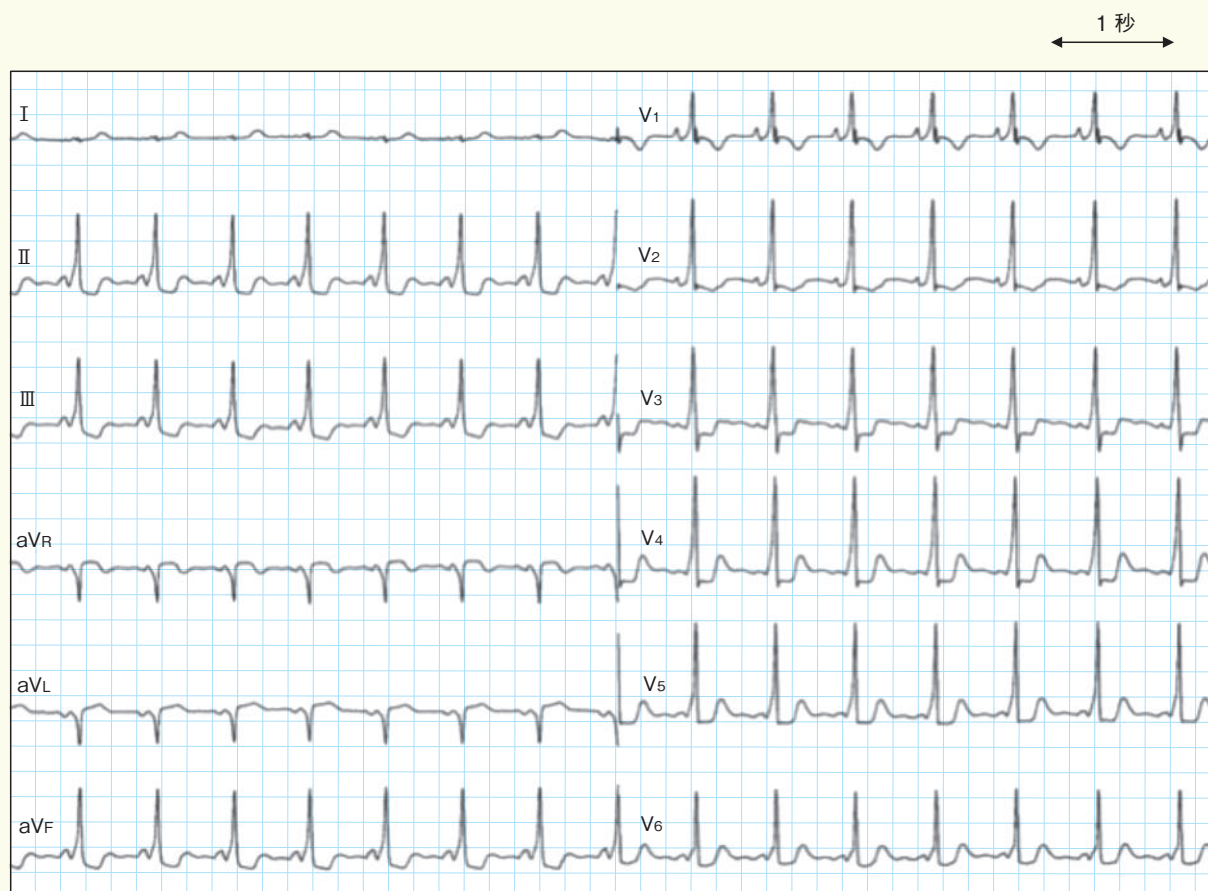
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
22歳、男性。入社時健診の際の記録。自覚症状なし。

# δ波 -2 Answer



S波がほとんど見られないため、QRS幅の拡大は明確ではないが、PR短縮とδ波を認め(↑)、V<sub>1</sub>誘導でR波の高い**A型WPW症候群**である。

# $\delta$ 波 - 3 Question

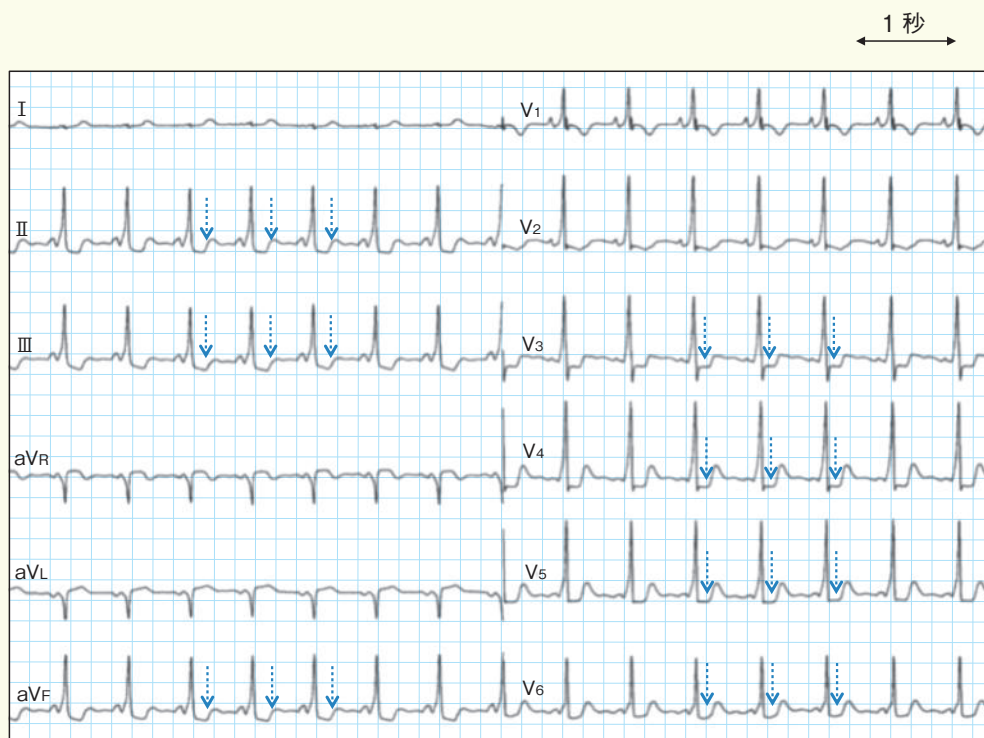


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
16歳、男子高校生。動悸を主訴に来院。

# δ波 - 3 Answer

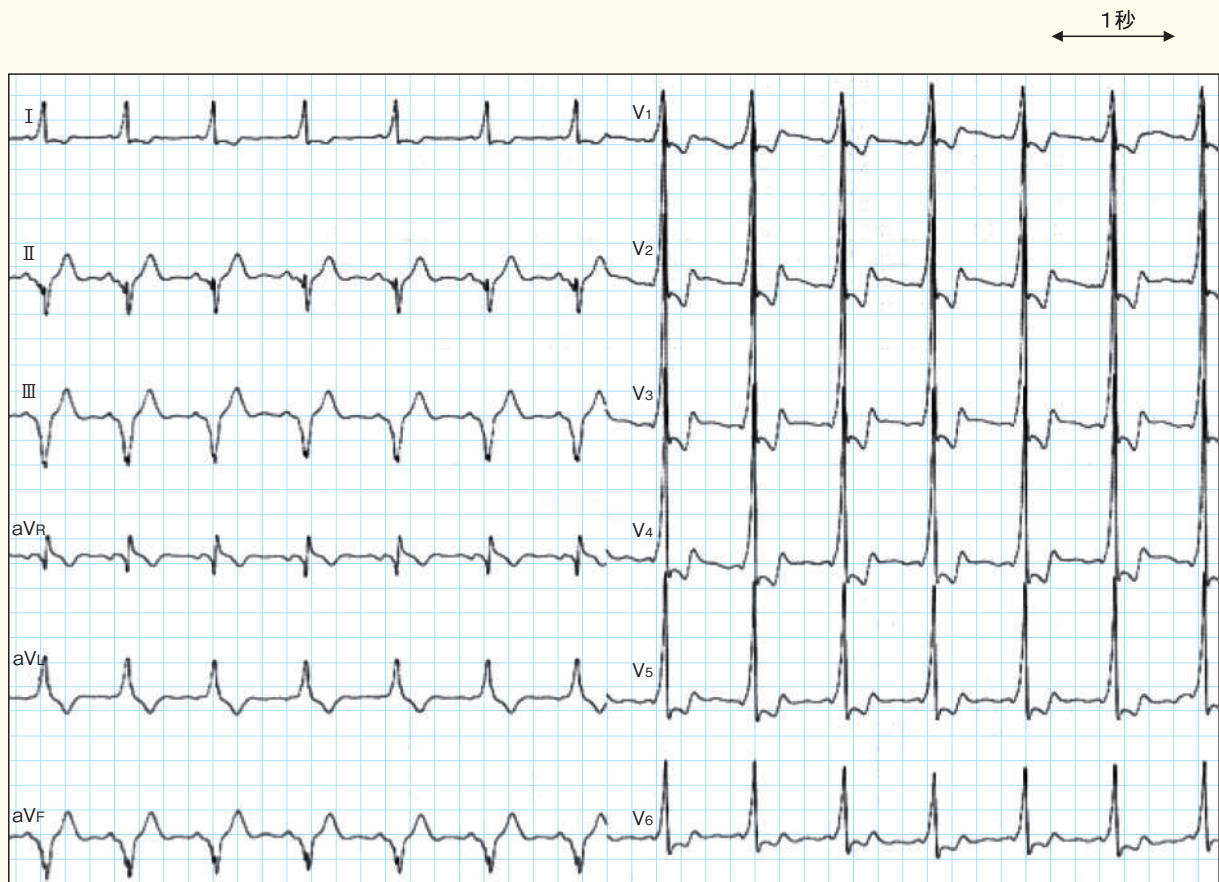


PR間隔短縮・QRS幅増大・δ波(↑)を認める典型的WPW症候群である。



本例では、II・III・aVF、V<sub>3</sub>~V<sub>6</sub>誘導において有意のST低下が見られる(↓)。これは、副伝導路を介する早期興奮部位と正常興奮部位の再分極時相がずれているためと考えられ、虚血性変化との鑑別を要する。

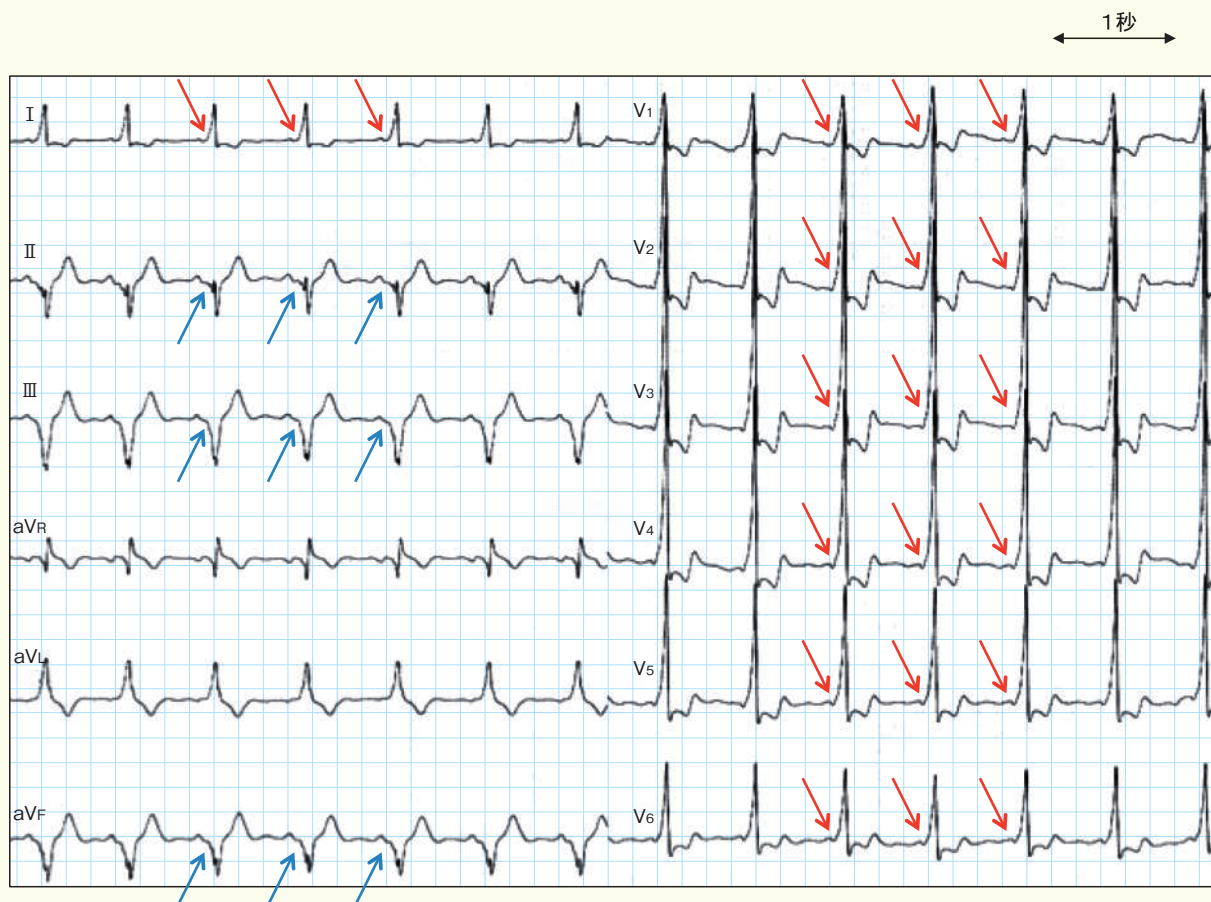
# $\delta$ 波 - 4 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

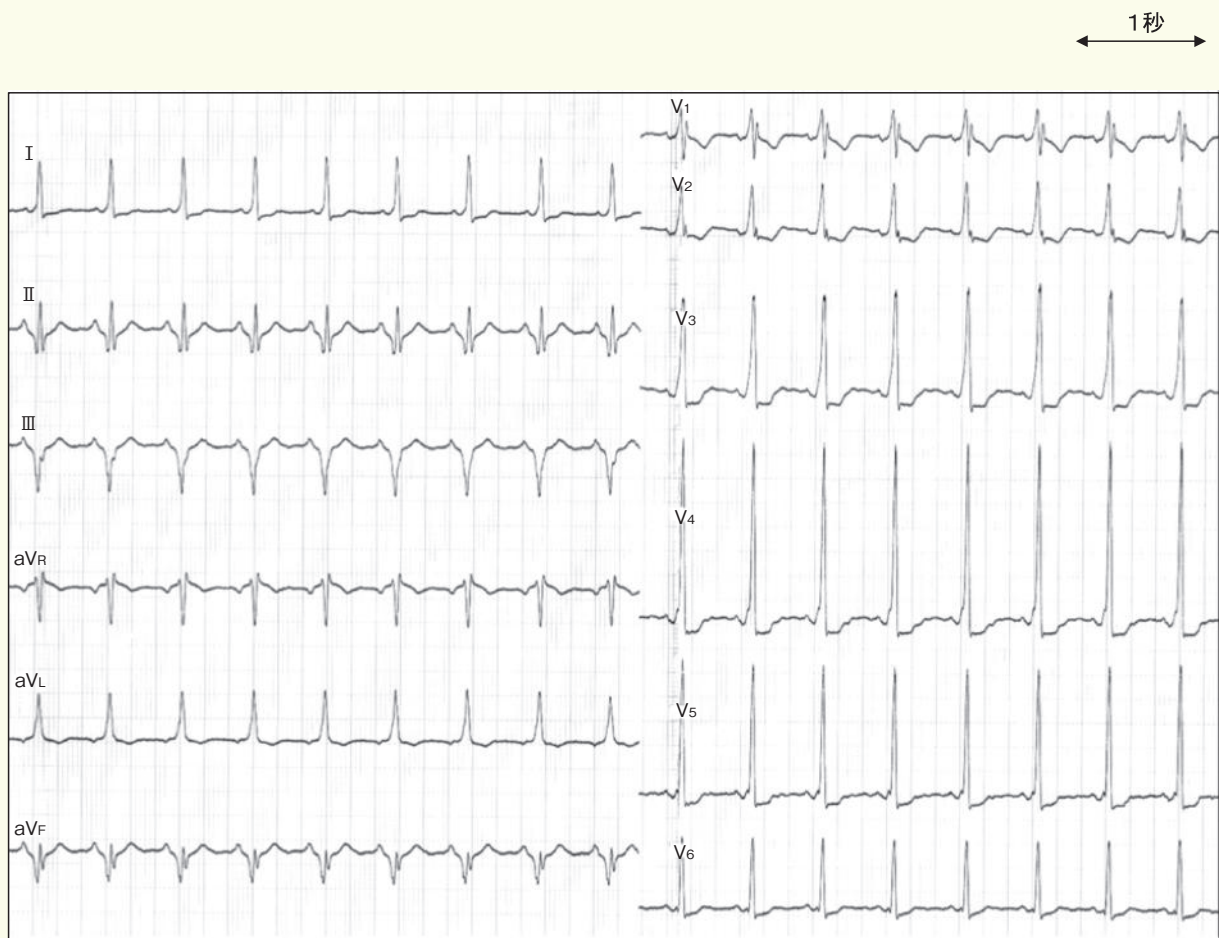
20歳、女性。大学の定期健診の際の記録。自覚症状なし。

# δ波 - 4 Answer



V<sub>1</sub>~V<sub>6</sub>誘導で典型的なδ波を認めるA型WPW症候群であるが、本例ではⅡ・Ⅲ・aV<sub>F</sub>誘導でδ波が陰性で(↑)、Kent束の位置が左室後中隔近傍にあると判断される。V<sub>1</sub>~V<sub>6</sub>誘導ではST低下もみられる。

# $\delta$ 波 - 5 Question

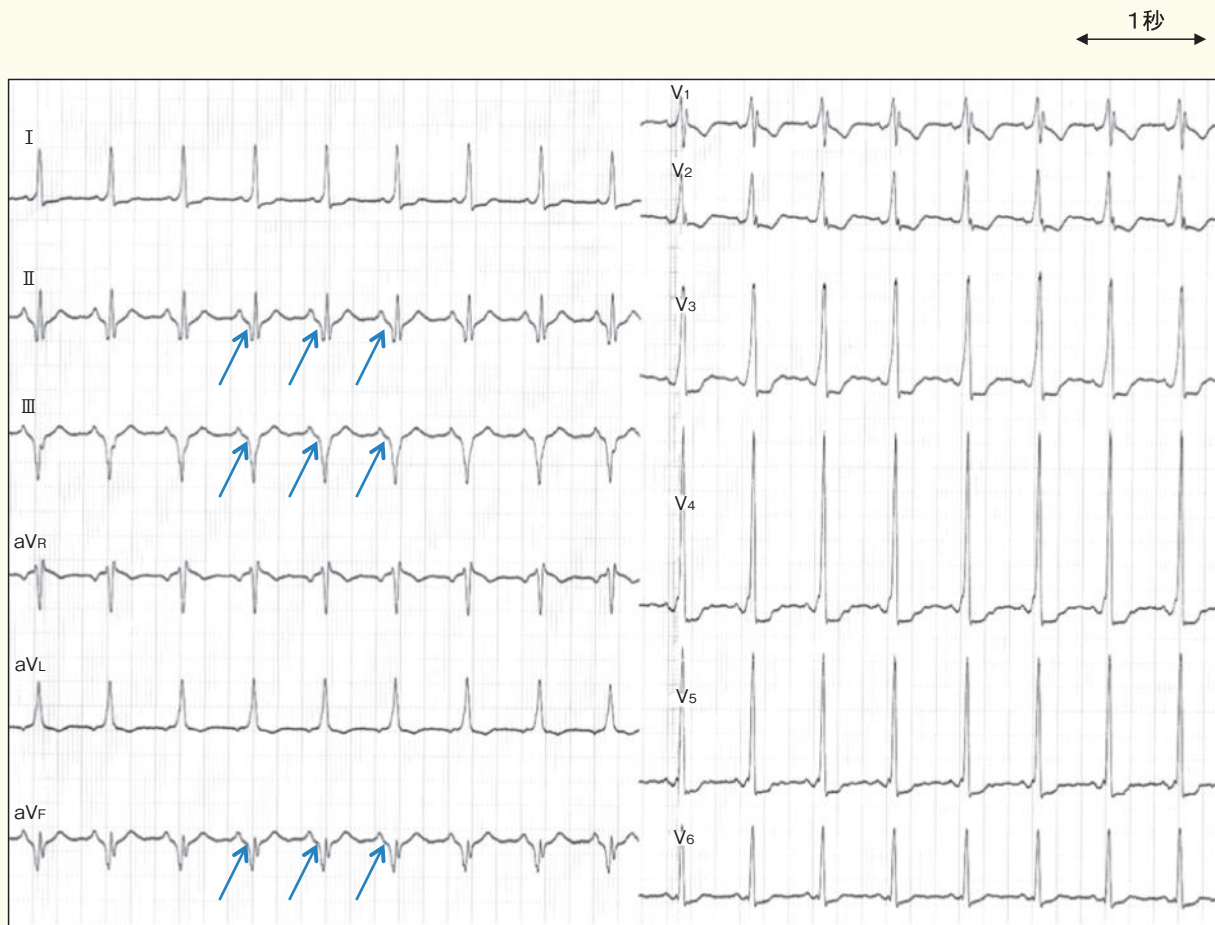


12誘導を6誘導ずつ連続記録。

30歳、男性。健診の心電図で心筋梗塞といわれて来院した。自覚症状なし。

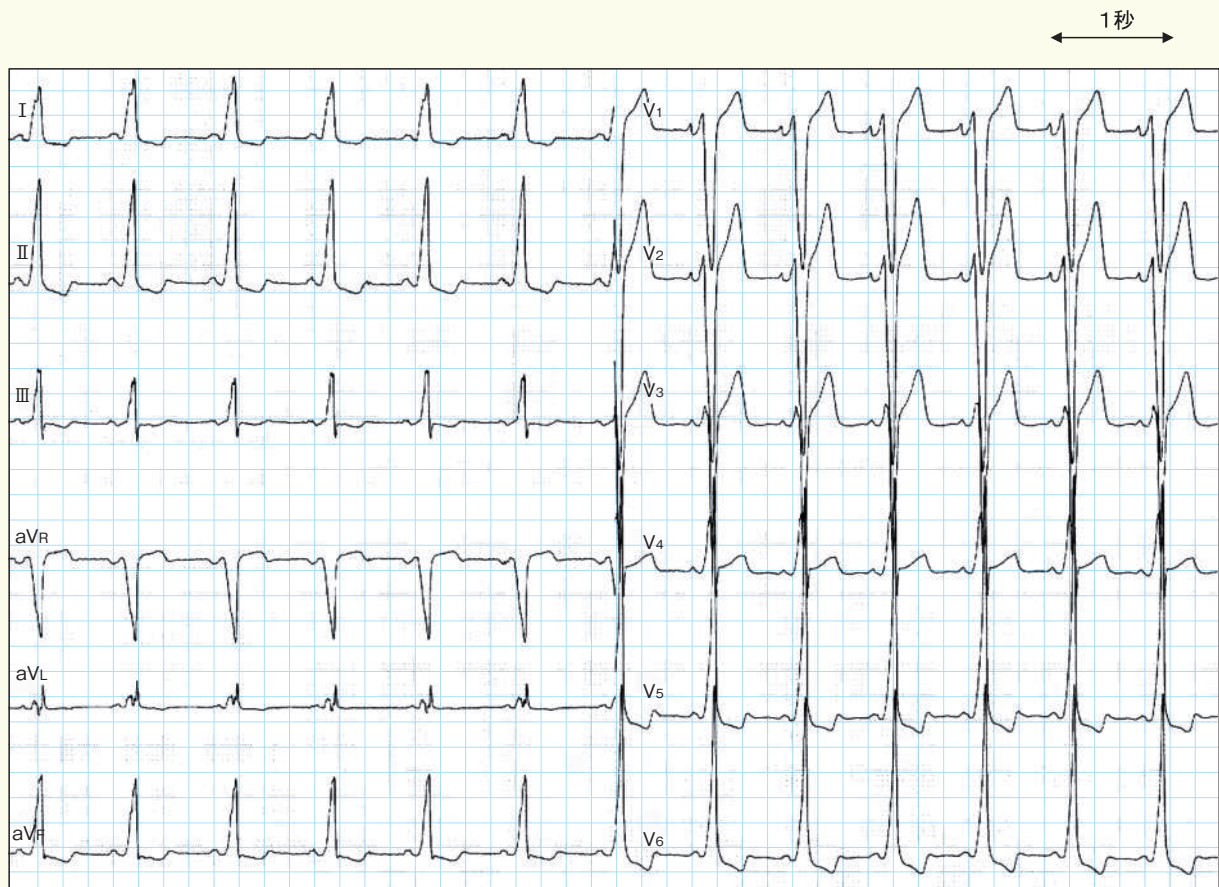


# δ波 - 5 Answer



δ波-4例と同様にA型WPW症候群であるが、本例ではⅡ・Ⅲ・aV<sub>F</sub>誘導における陰性のδ波(↑)が異常Q波と認識されたようで、心電計の自動診断では下壁心筋梗塞と表示されていた。注意深く観察すれば、すべての誘導にδ波が存在することが確認される。

# $\delta$ 波 - 6 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

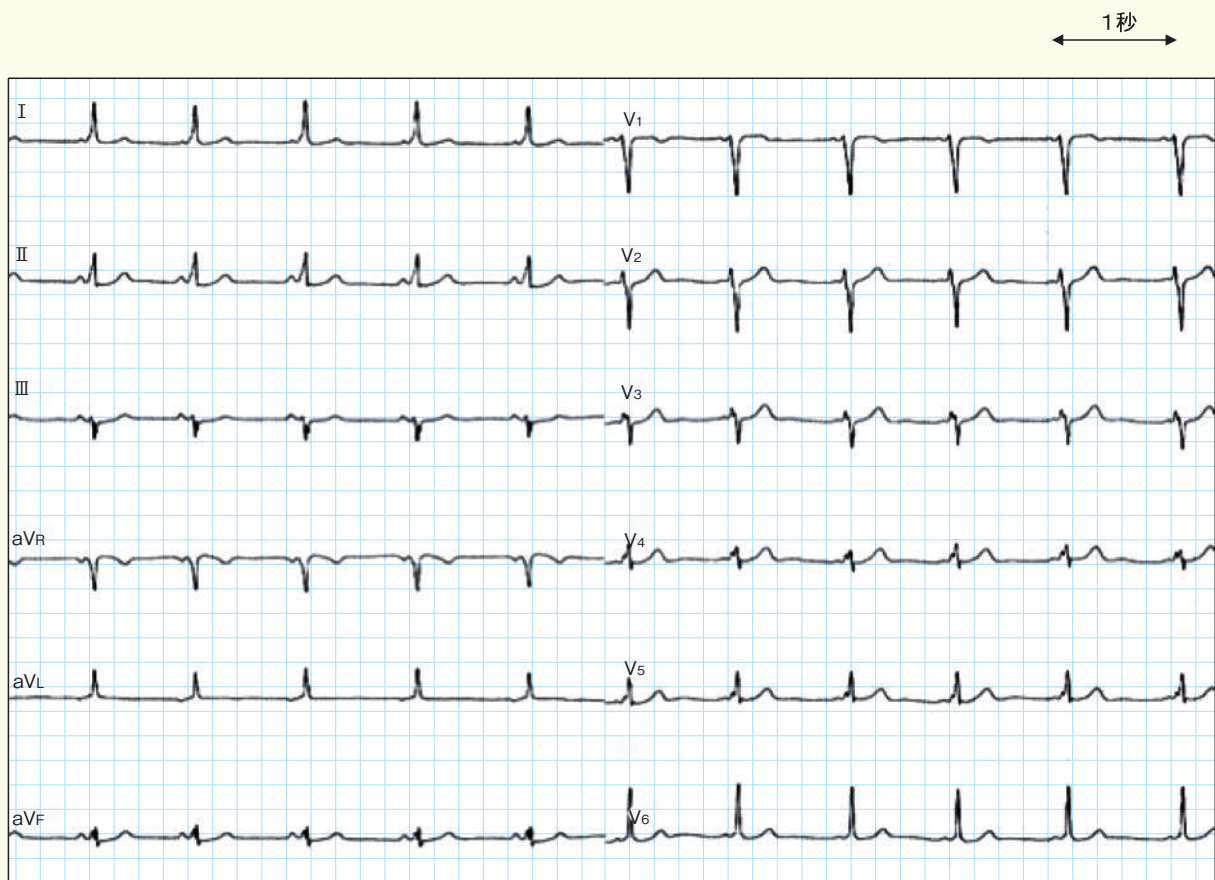
28歳、男性。会社の健診にて記録。自覚症状なし。

# δ波 - 6 Answer



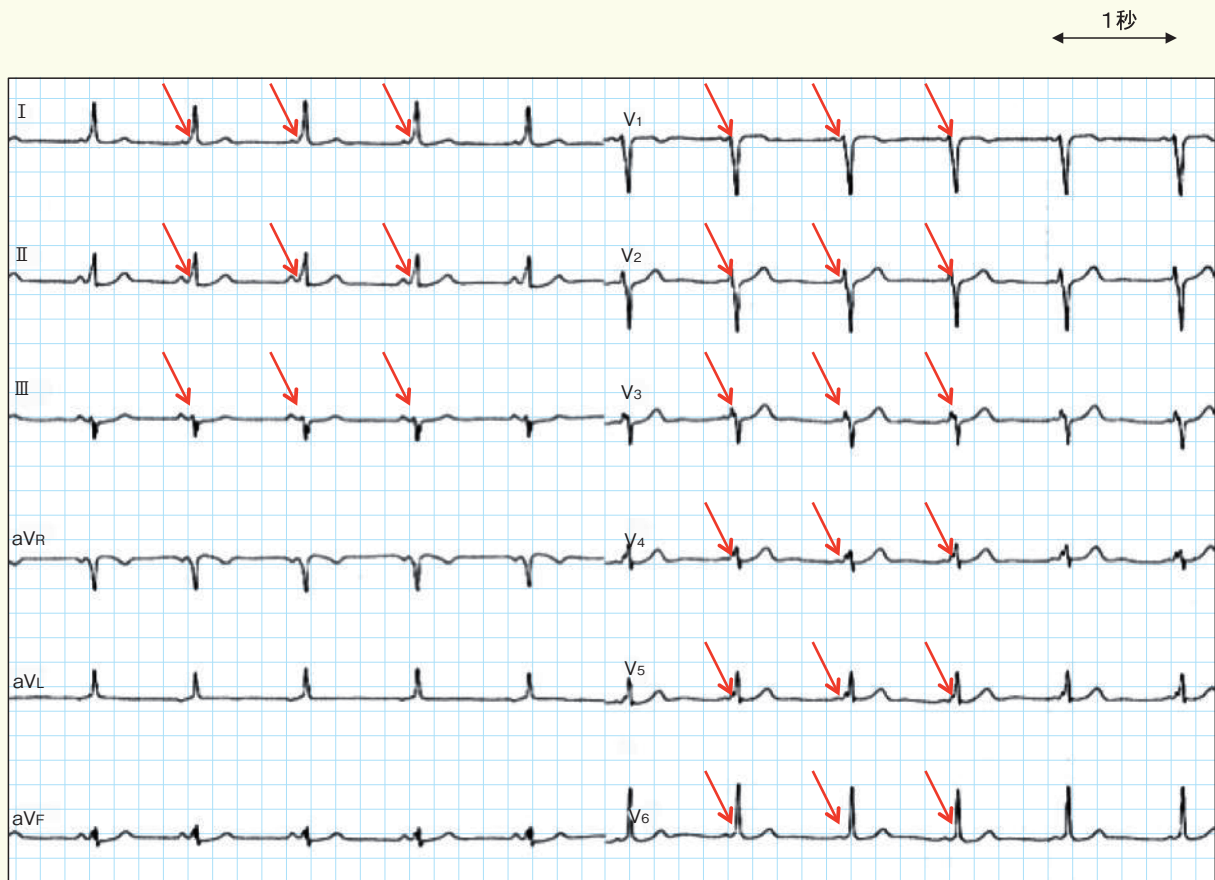
すべての誘導においてPR間隔が短縮し、QRS幅が広がっていることに加え、矢印部分(↑)にδ波と考えられる立ち上がりの緩やかな部分が確認される。V<sub>1</sub>誘導のδ波が上向き(陽性)で、かつ**左脚ブロック類似の波形**を呈していることから、右室側にKent束が存在する**B型WPW症候群**と診断される。

# $\delta$ 波 - 7 Question



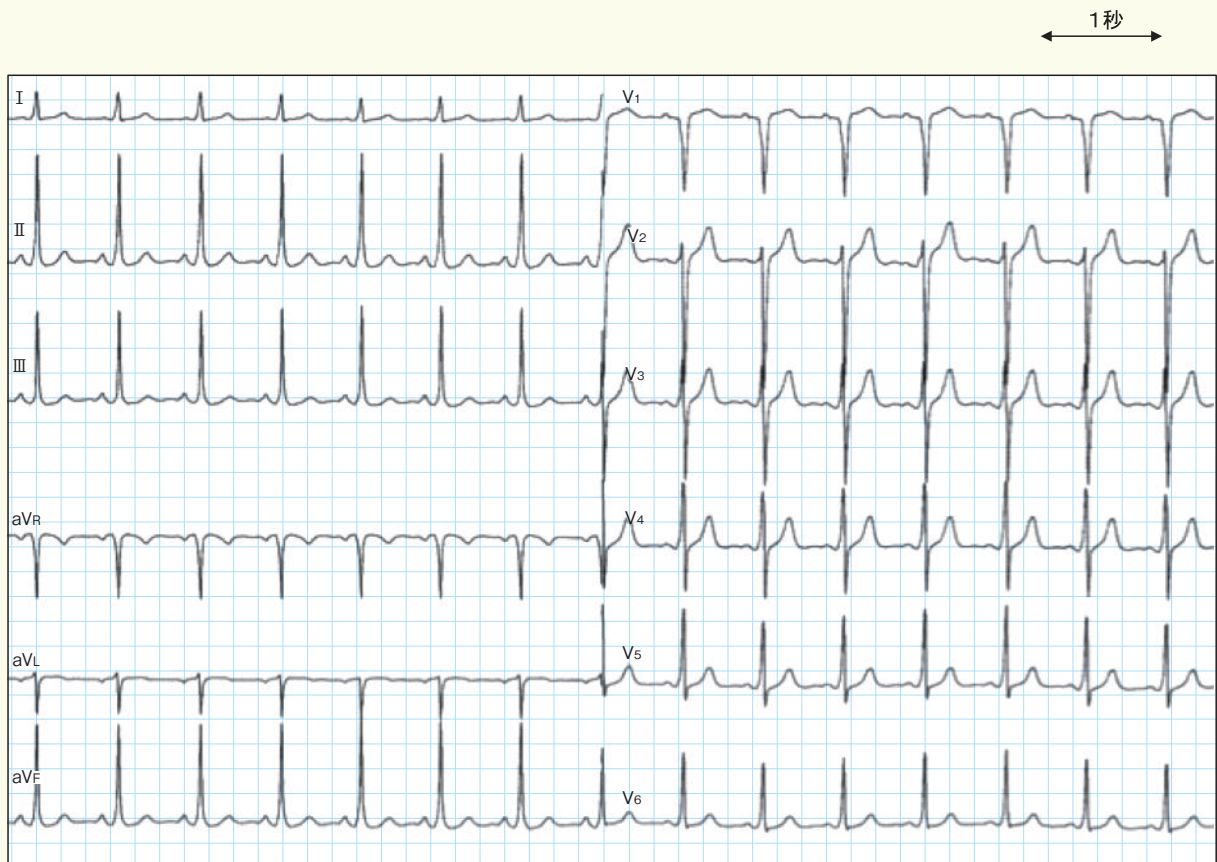
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
22歳、女性。入社時健診の際の記録。自覚症状なし。

# δ波 - 7 Answer



本例ではQRS幅はあまり広くないが、δ波の存在は明らかである(↑)。V<sub>1</sub>誘導に小さな上向きδ波がみられることから、**B型WPW症候群**と診断される。

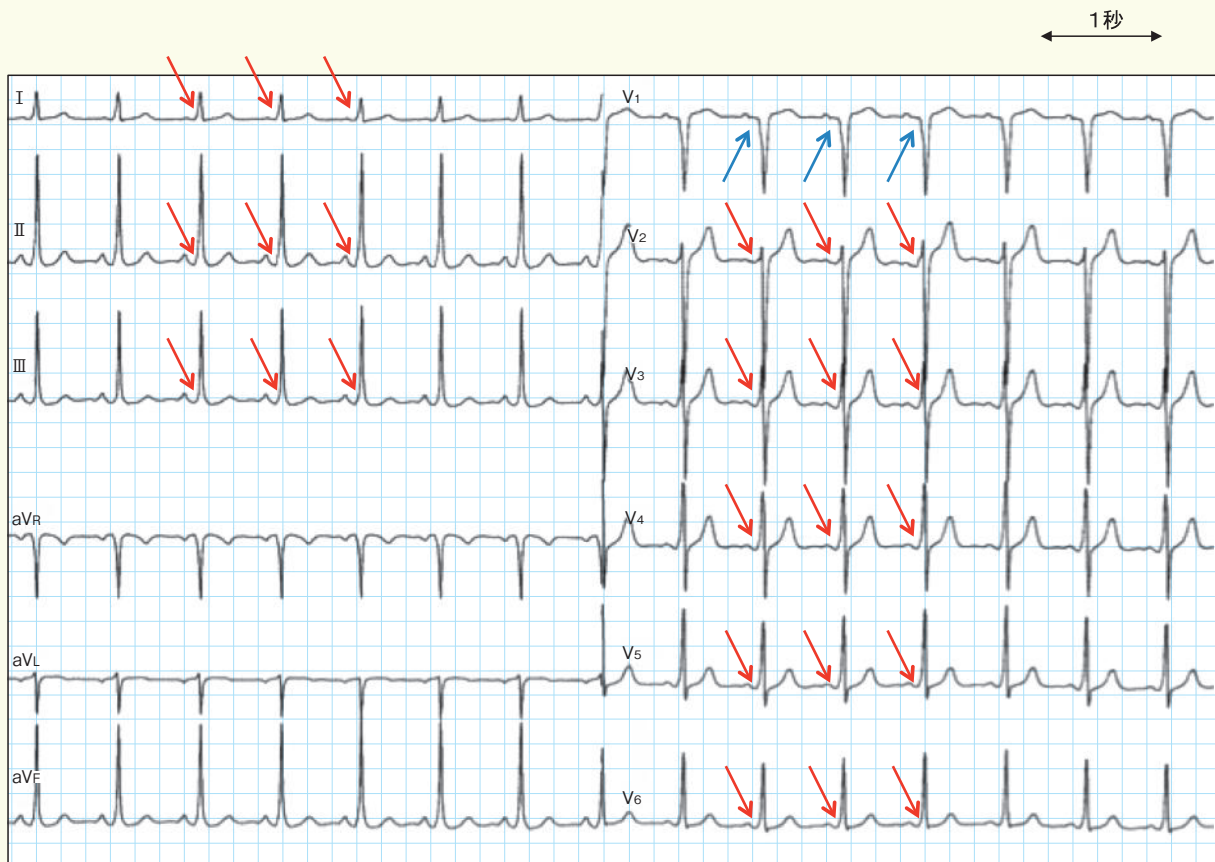
# $\delta$ 波 - 8 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

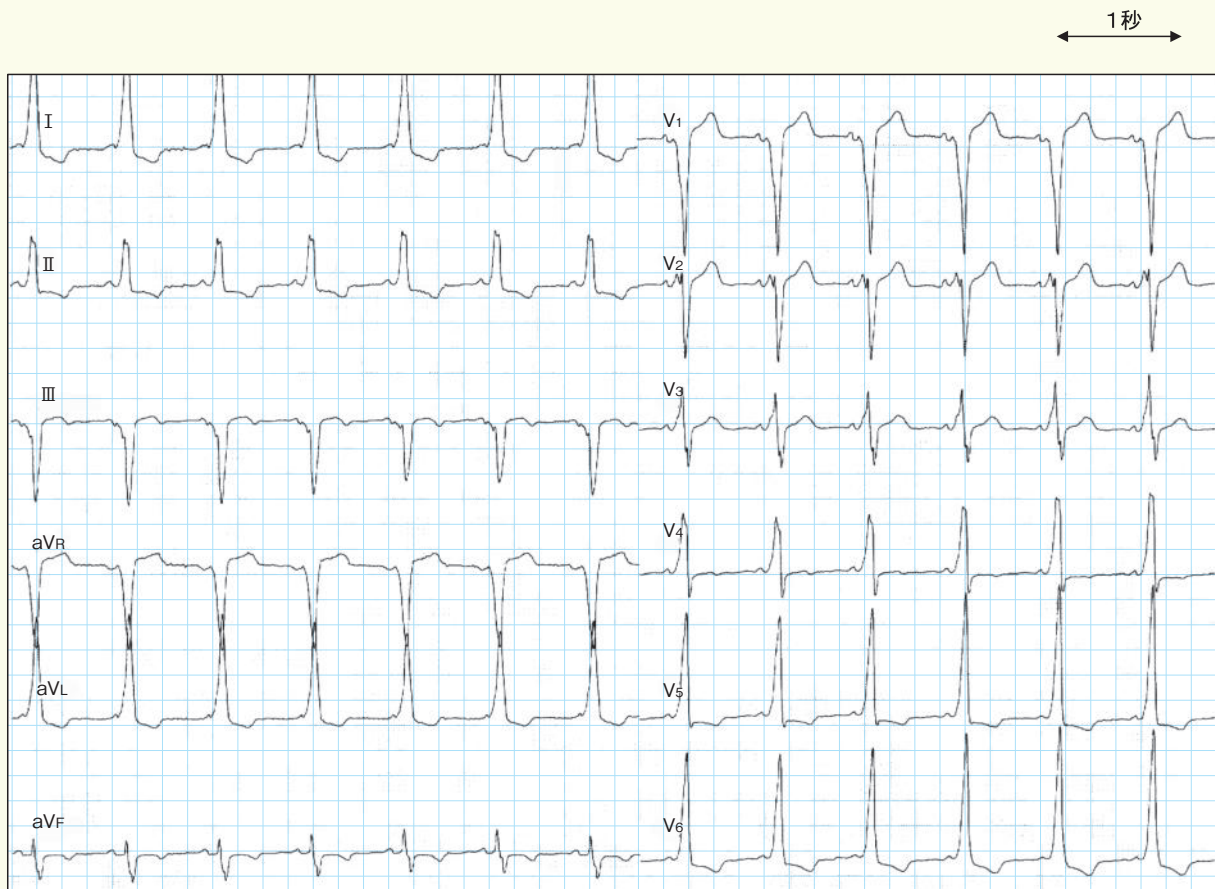
26歳、男性。会社の健診にて記録。自覚症状なし。

# δ波 - 8 Answer



本例はδ波-7例に類似しているが(↑)、V<sub>1</sub>誘導においてδ波が下向き(陰性)(↓)である。C型WPW症候群の所見で、右室中隔側にKent束が存在すると考えられる。B型とC型の鑑別は、しばしばV<sub>1</sub>誘導におけるδ波の極性によってなされる。

# $\delta$ 波 - 9 Question

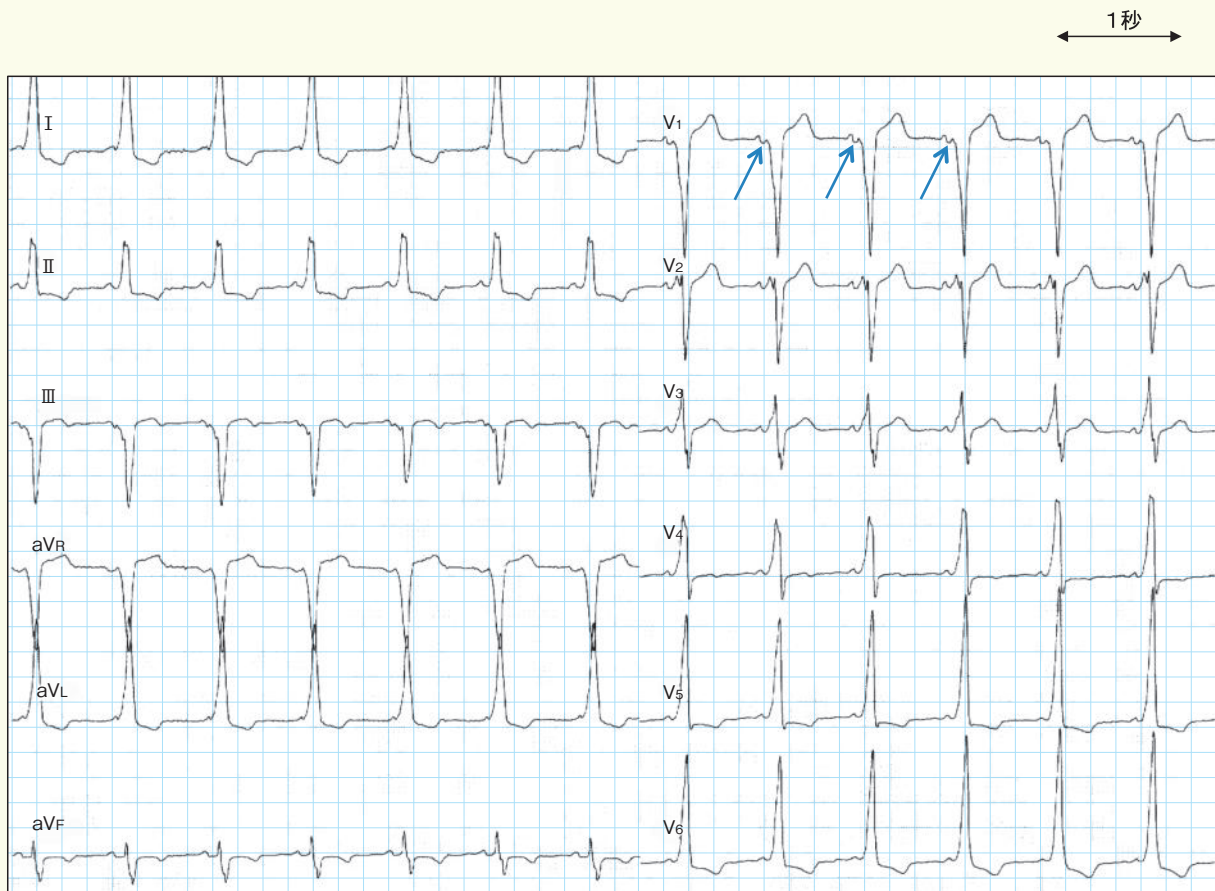


12誘導を6誘導ずつ連続記録。

30歳、男性。健診時に心電図異常を指摘されて来院。しばしば動悸を自覚するとの訴えあり。

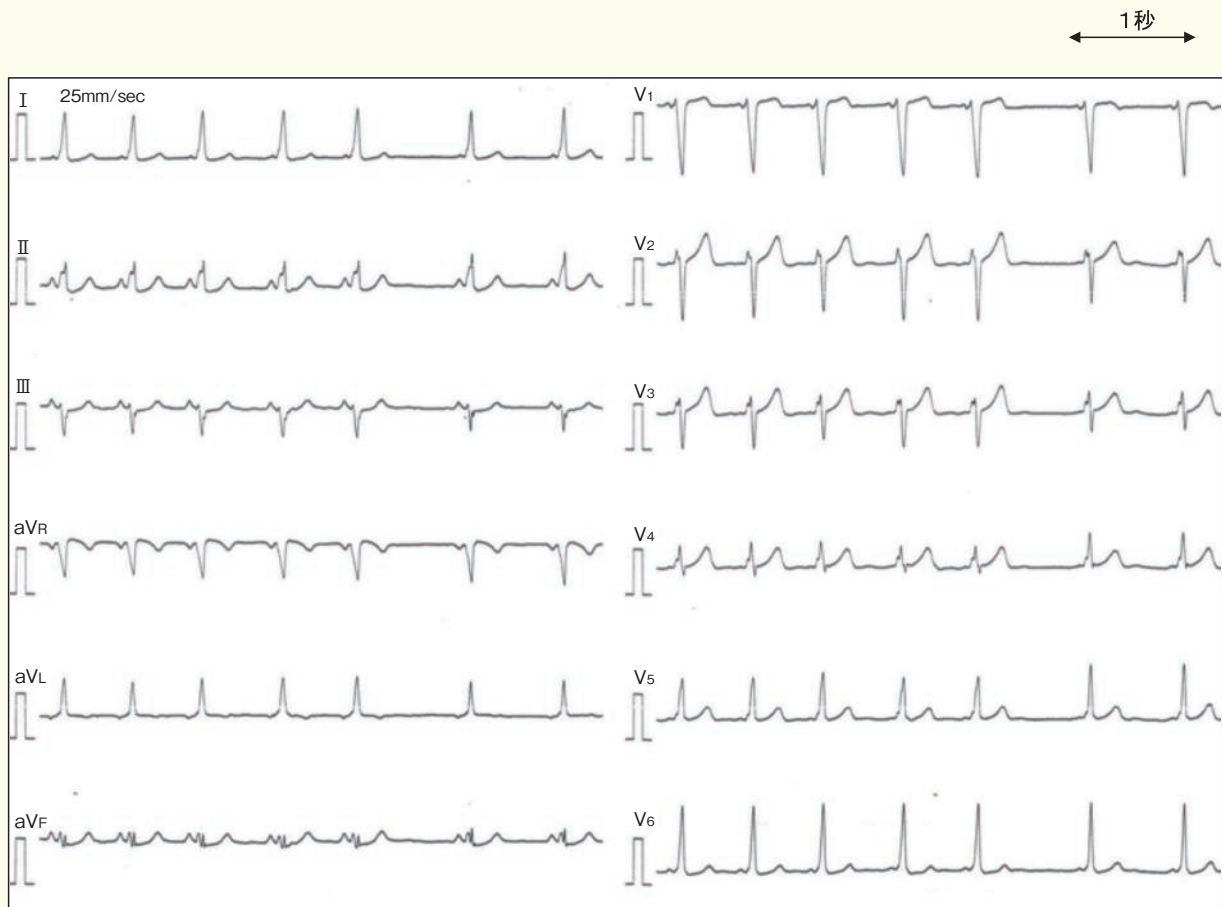


# δ波 - 9 Answer



幅の広い左脚ブロック型QRS波形を示すWPW症候群であるが、V<sub>1</sub>誘導のδ波が下向き(↓)であることから**C型**と判断される。

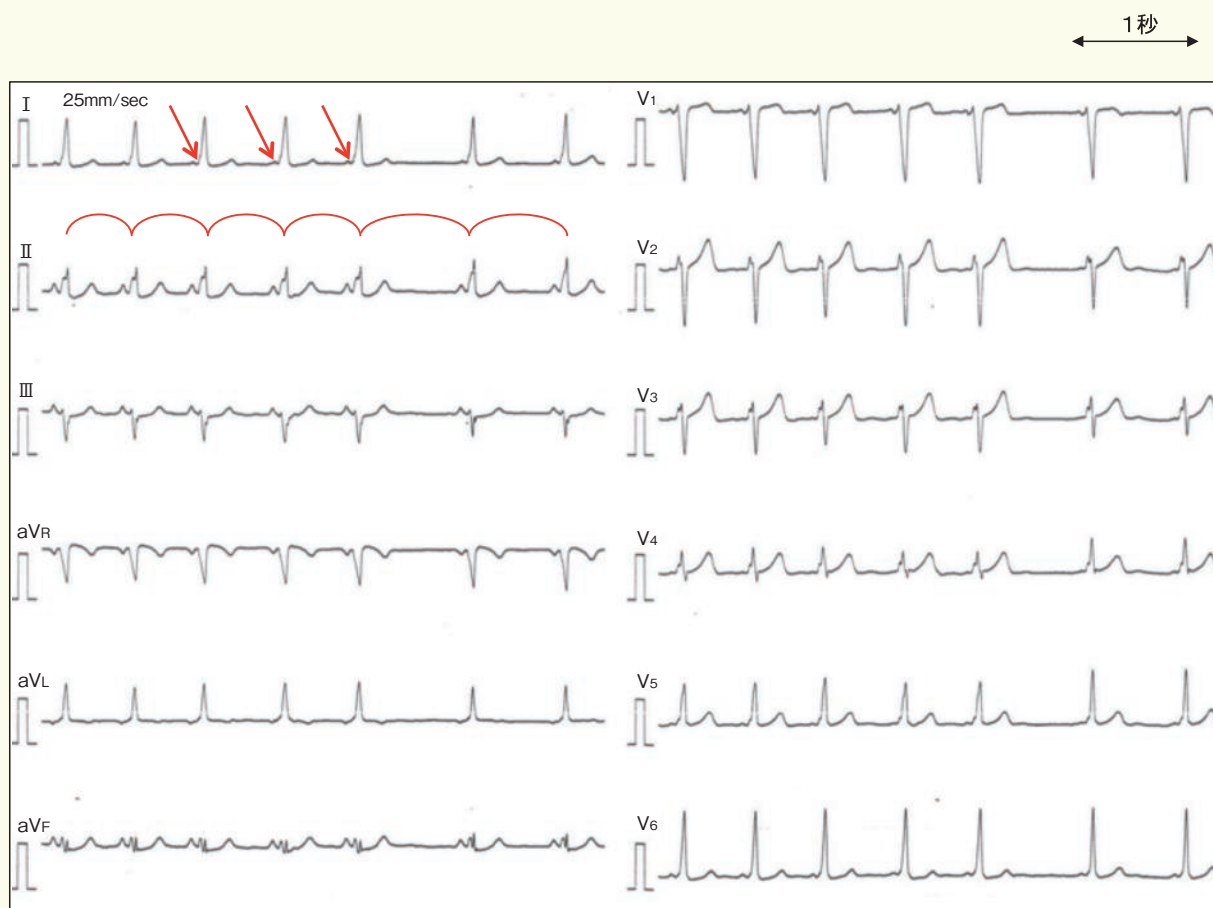
# $\delta$ 波 - 10 Question



12誘導を6誘導ずつ同時記録。

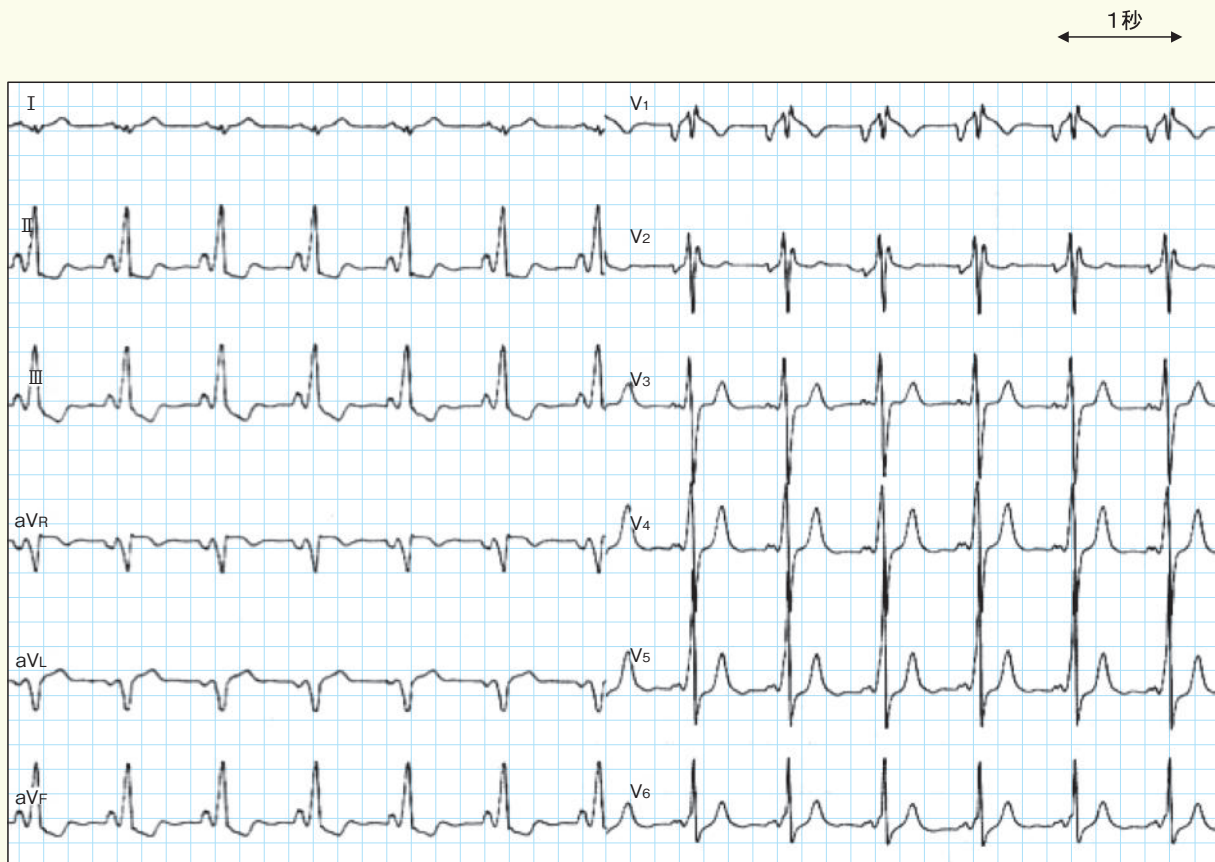
24歳、女性。健診にて不整脈を指摘されて来院。動悸を自覚。

# δ波 - 10 Answer



PRが短縮しδ波がみられる(↑)ことからWPW症候群と診断されるが、歩調取りはあくまで洞結節である。本例のRR間隔の不整( )は洞不整脈と考えられる。

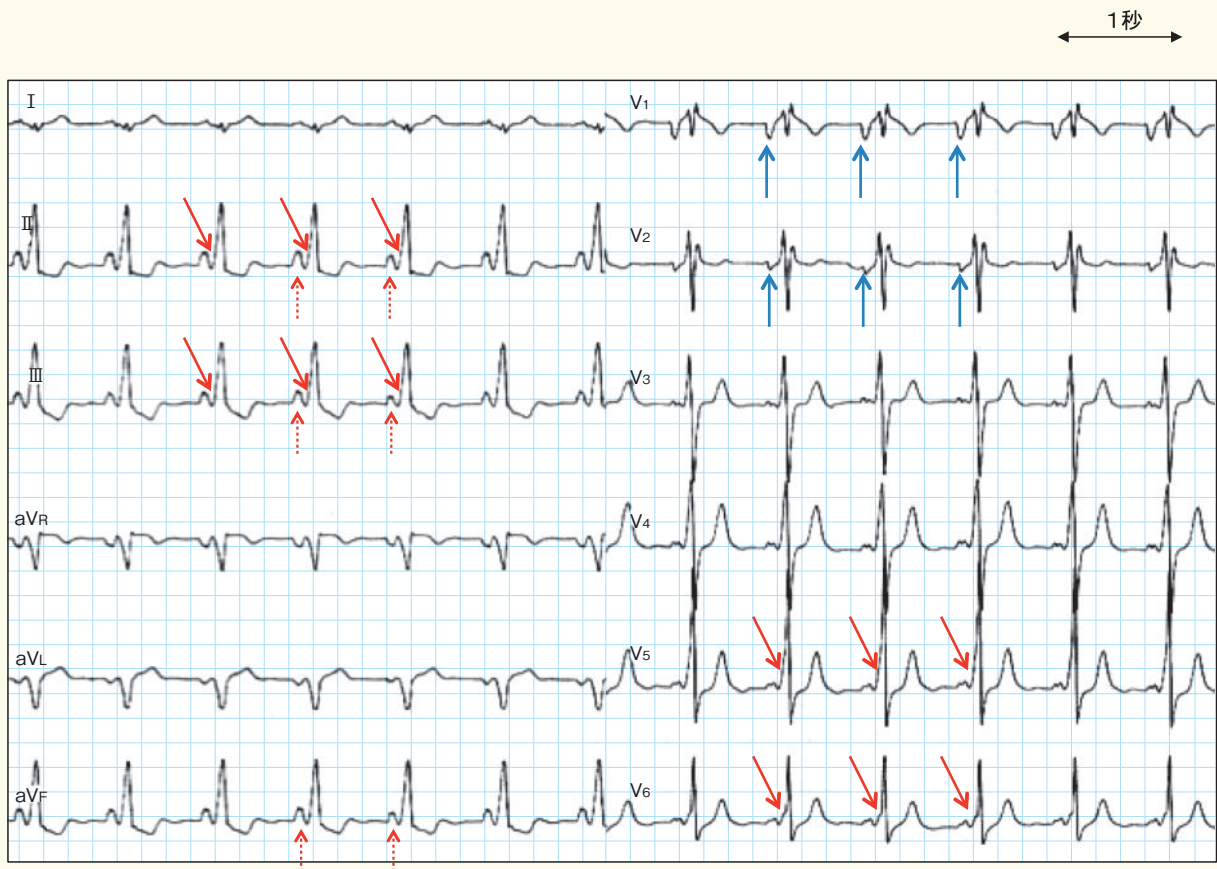
# $\delta$ 波 - 11 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

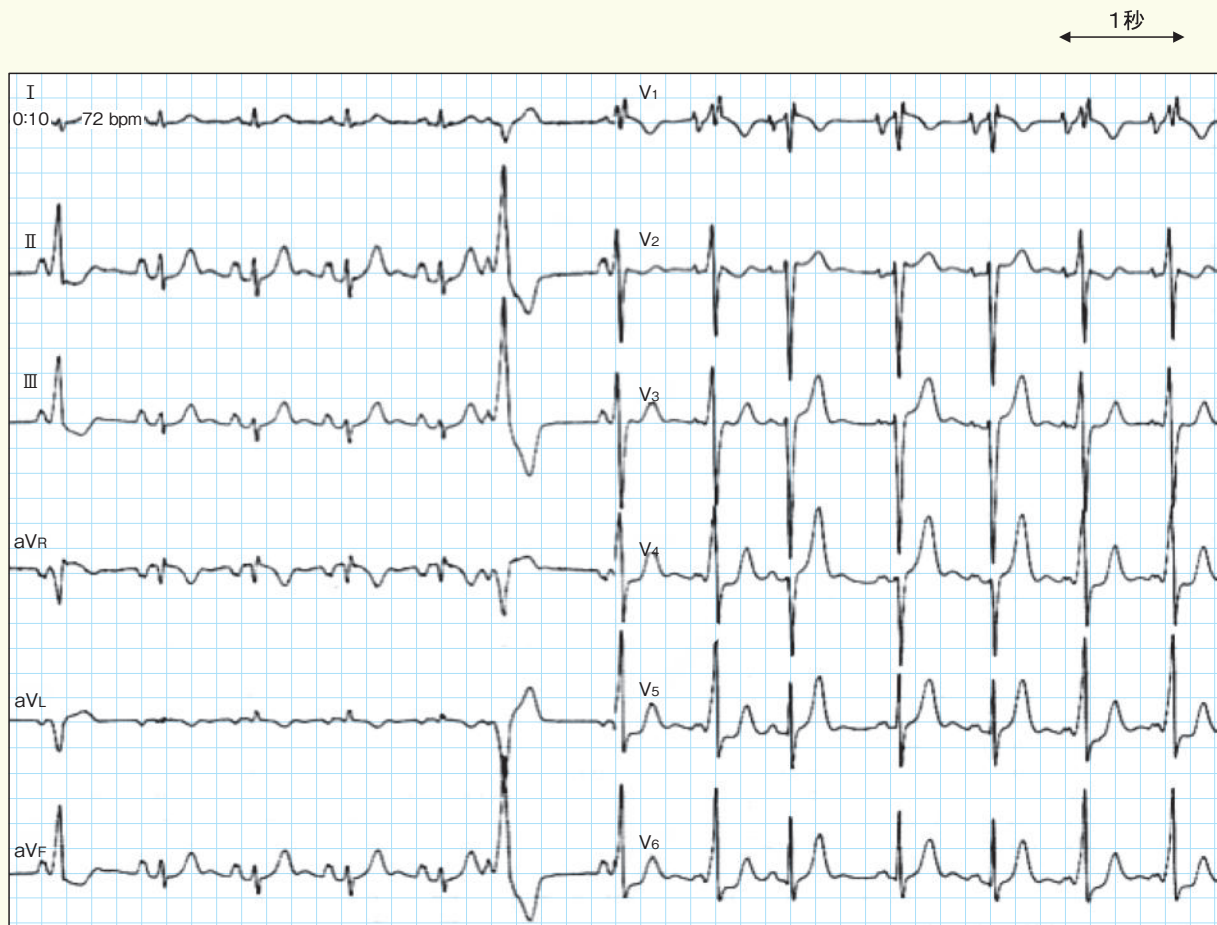
50歳、女性。労作時の動悸と息切れを主訴に来院。

# δ波 - 11 Answer



δ波の明らかな(↑) **WPW症候群**で、V<sub>1</sub>誘導のR波はあまり高くないが、右脚ブロック型のQRS波を示していることから**A型**と判断される。また、本例ではV<sub>1</sub>誘導およびV<sub>2</sub>誘導でP波が陰転していること(↑)、およびII・III・aV<sub>F</sub>誘導のP波の形(↑)から**僧帽弁膜症に伴う左房負荷**の存在が示唆される。

# $\delta$ 波 - 12 Question



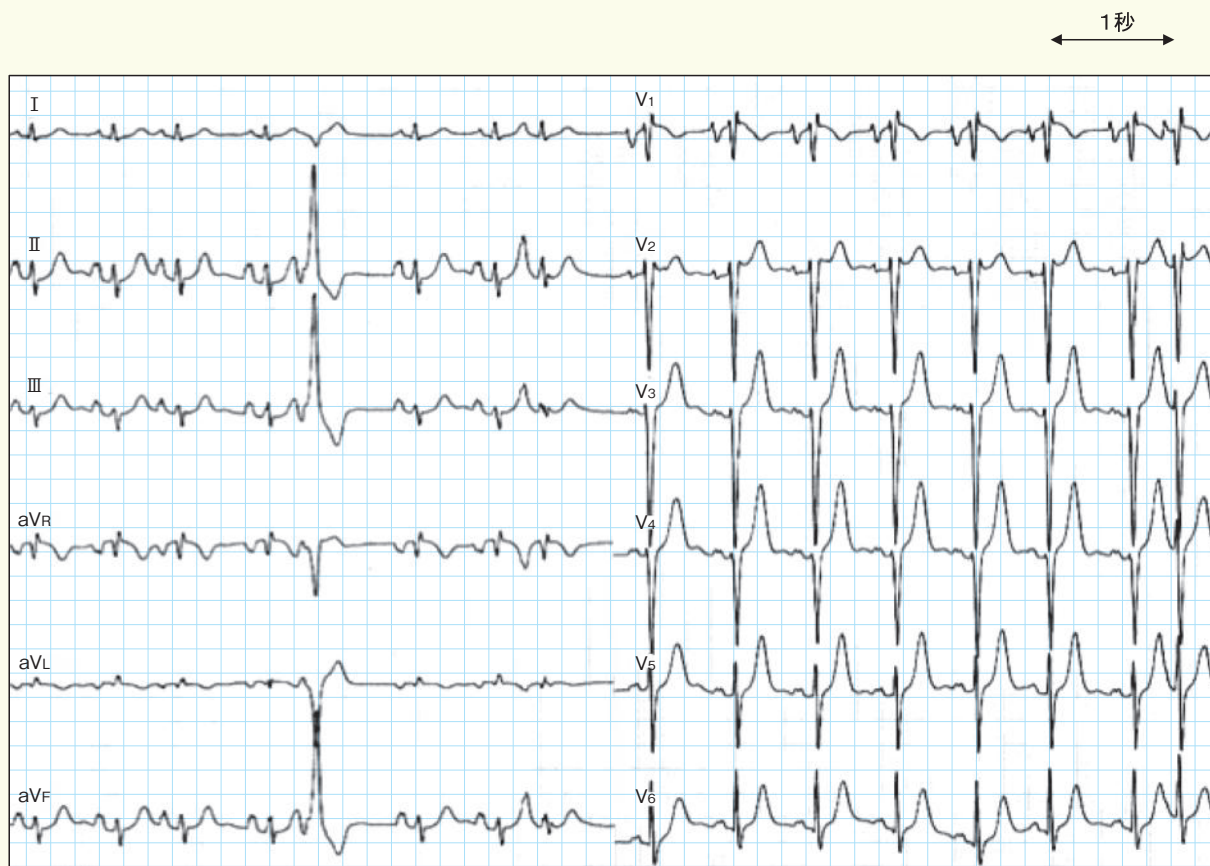
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
 $\delta$ 波-11と同一例で別の日に記録した。

# δ波 - 12 Answer



形態の異なった心拍が混在しているので、まず波形の特徴から、QRS幅が広く立ち上がりが緩やかな心拍 (A)、QRS幅が狭い心拍 (B)、QRS幅が広く大きく変形している心拍 (C) の3種類に分ける。Aは明らかなδ波を認め、δ波-11例の波形とまったく同じ形態を示していることから、Kent束を順行する**早期興奮波形**と考えられるが、Bはδ波がなくQRS幅も狭い通常波形で、房室結節を順行した**正常興奮**と判断される。Cに関してはやや判断が難しいが、たまたま先行収縮からの連結期が短い心房期外収縮 (E) が発生し、早期興奮が強まったために変形したと考えてよさそうである。本例のようにδ波を伴う心拍が出没する場合を**間欠性WPW症候群 (intermittent WPW syndrome)**と呼ぶ。

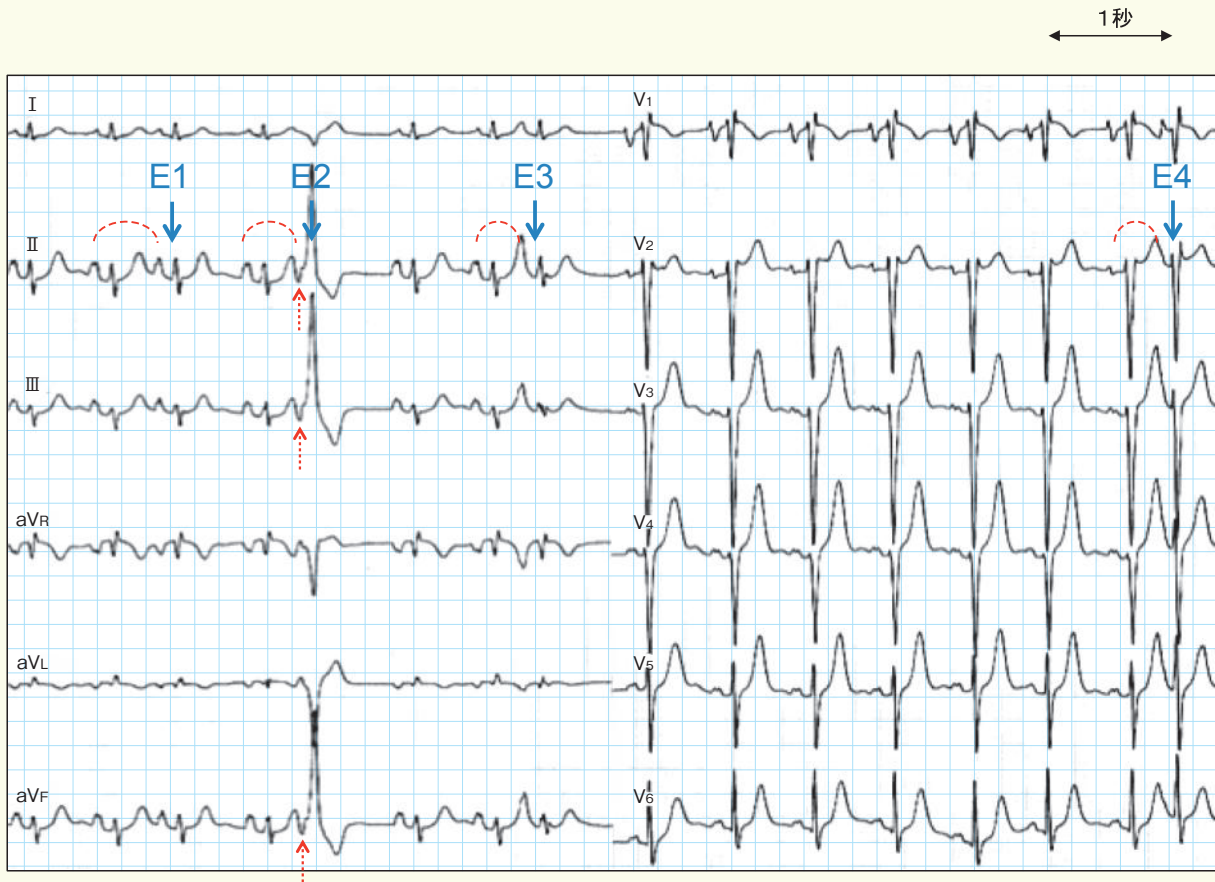
# $\delta$ 波 - 13 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
 $\delta$ 波-11、 $\delta$ 波-12と同一例で別の日に記録した。

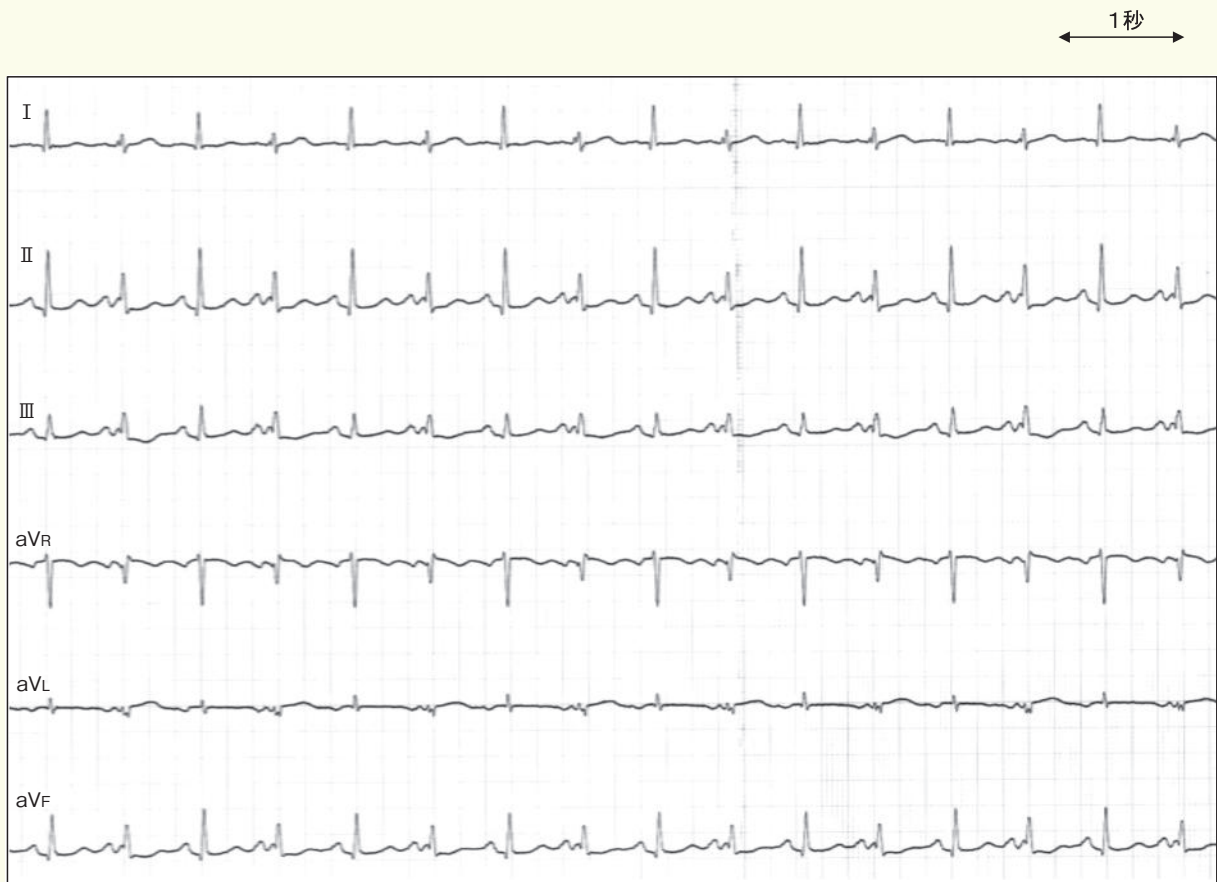


# δ波 - 13 Answer



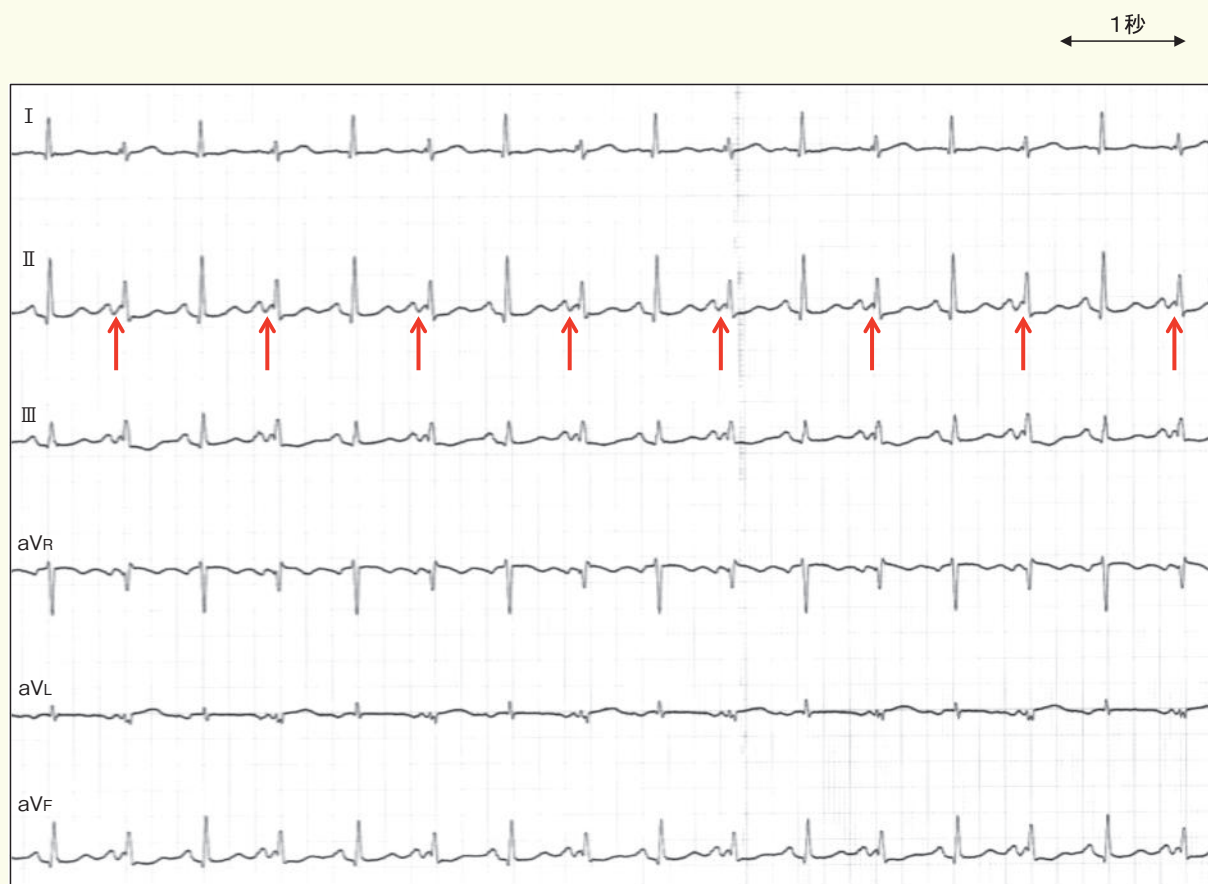
δ波-11例で観察されたδ波はみられない。E1～E4 (↑) はいずれも連結期の短い早期収縮で、やや変形したP波が先行していることから、**心房期外収縮**と判断される。連結期の長さはE1>E2>E3=E4であるが、E2のQRSのみが大きく変形している。これは何故であろうか。期外収縮のP波の形をよくみると、E1、E3、E4は陽性、E2は陰性(↑)のようである。心房の異なる部位(**心房下部**)から発生した異所性興奮がたまたまKent束に近かったため、δ波を伴う**早期興奮**をきたしたと考えれば説明できそうである。

# $\delta$ 波 - 14 Question



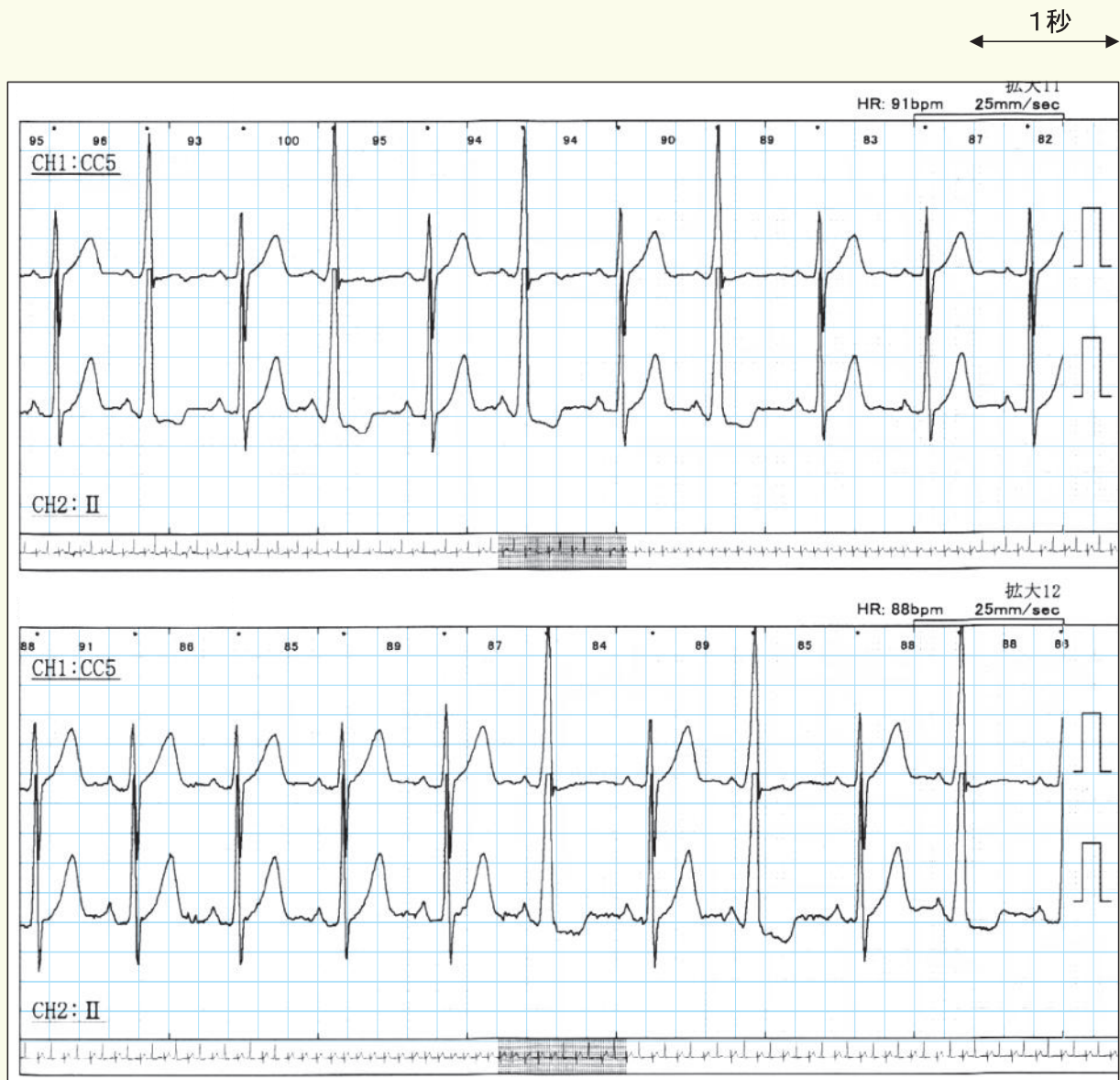
I～Ⅲ、 $aV_R$ ・ $aV_L$ ・ $aV_F$ の6誘導を同時記録。  
20歳、女性。学校健診における記録。自覚症状なし。

## δ波 - 14 Answer



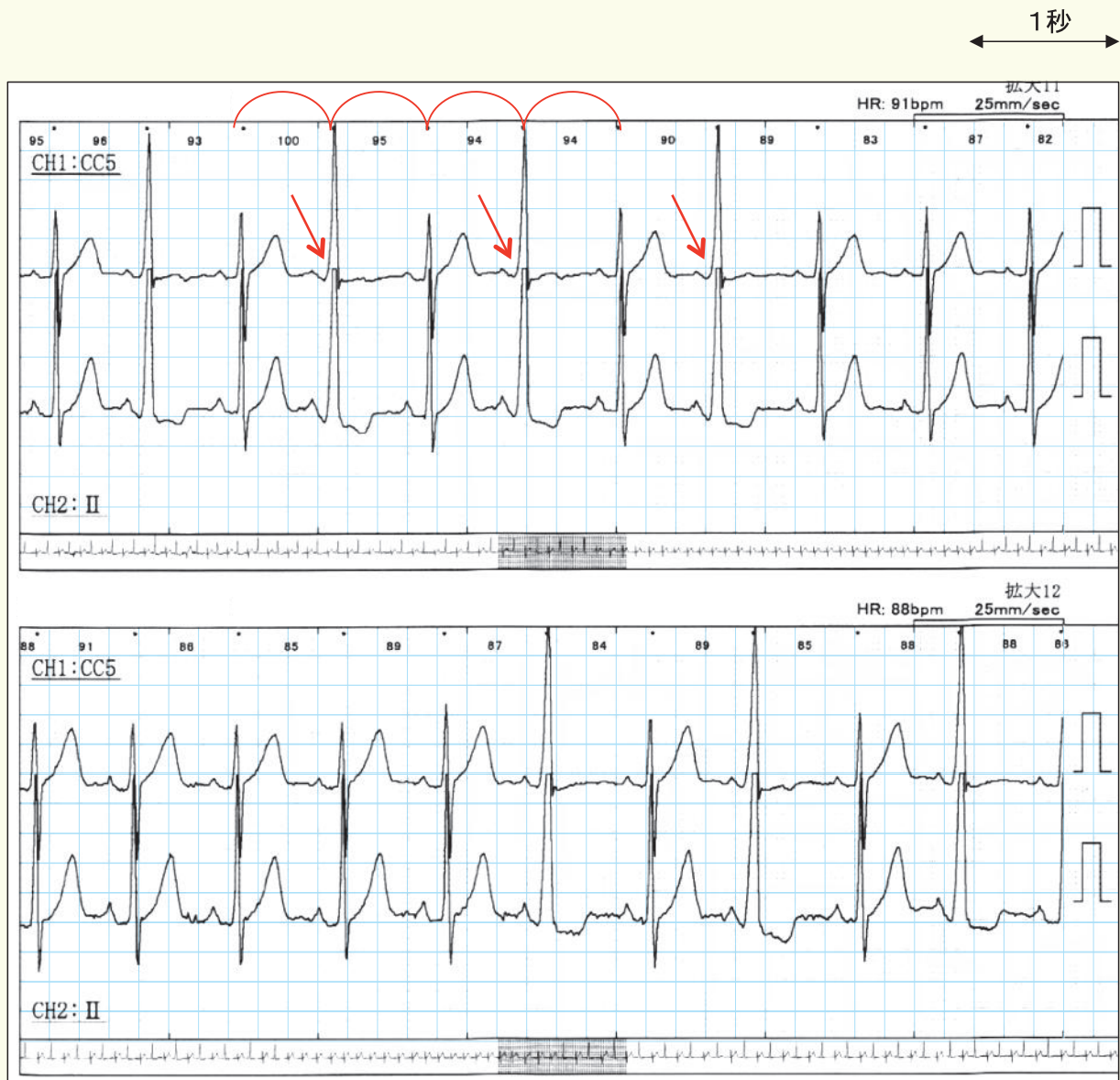
形の異なる2種類の心拍が交互に出現する**交互脈**を呈している。偶数拍ではPR部分に矢印(↑)に示すように**δ波**と思われる波が観察される。洞結節からの心房興奮が房室伝導系とKent束を交互に通る**交代性WPW症候群**と診断される。

# $\delta$ 波 - 15 Question



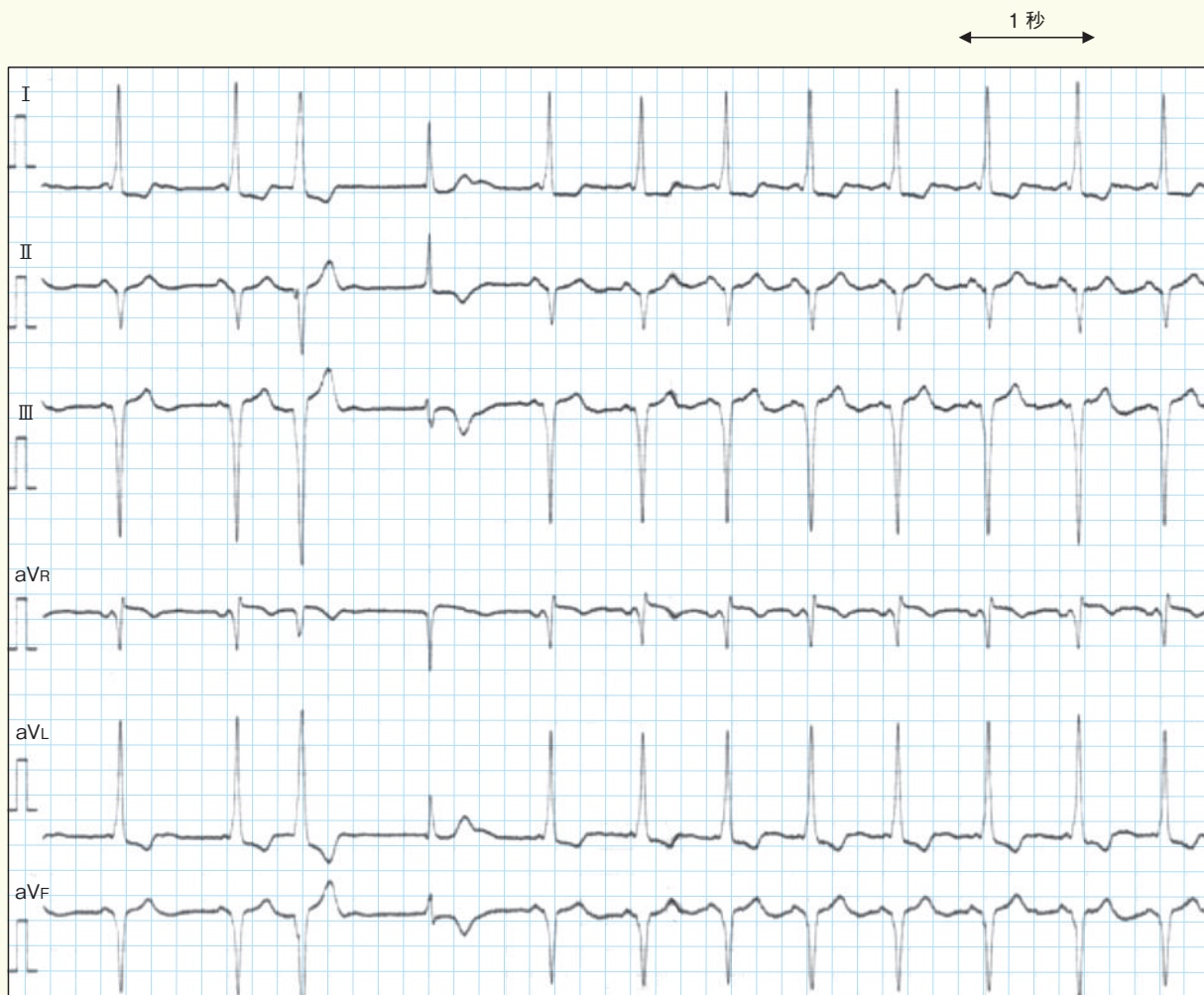
Holter心電図による記録。  
45歳、女性。動悸を訴えて来院した。

# δ波 - 15 Answer



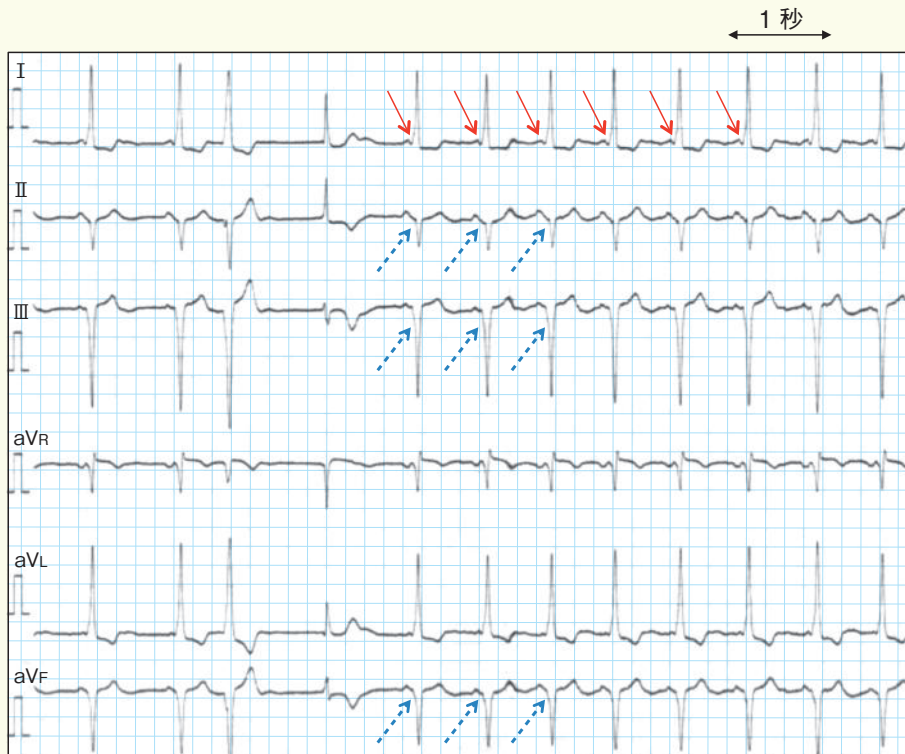
Holter心電図の自動解析では、**心室期外収縮の二段脈**と診断された心電図である。一見、心室期外収縮に見えるQRS幅の広い心拍をよくみると、先行心拍からの連結期が長く洞周期とほとんど変わらない点、PQ間の平坦部分がない点、矢印(↑)で示す部分に**δ波**と思いき立ち上がりの緩徐な波が存在する点などから、δ波-14例と同じ**交代性WPW症候群**と考えるのが妥当であろう。

# $\delta$ 波 - 16 Question

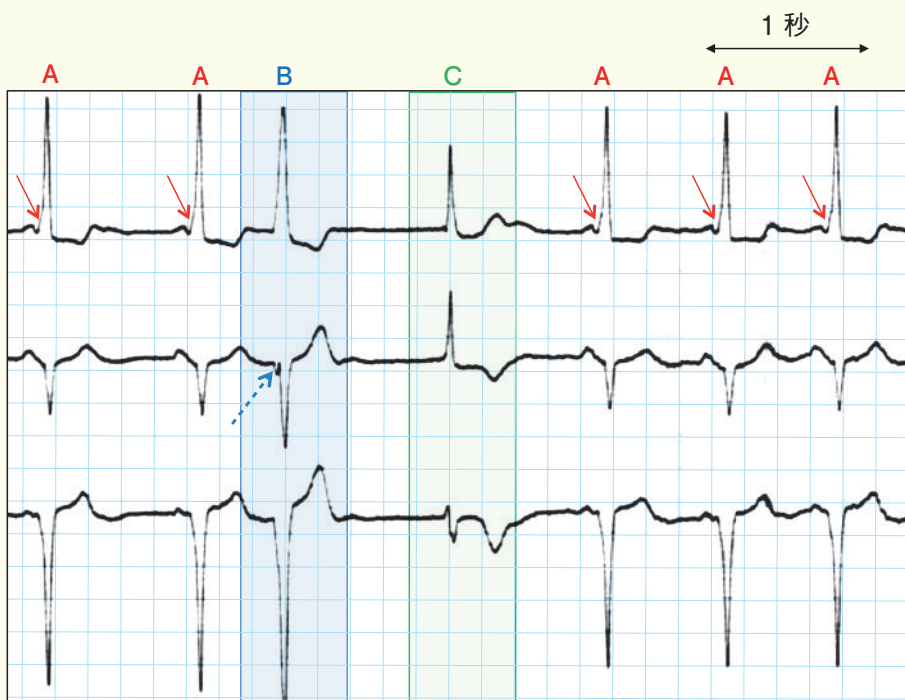


I ~ III、 $aV_R$ ・ $aV_L$ ・ $aV_F$ の6誘導を同時記録。  
40歳、女性。胸部違和感を訴えて来院。

# δ波 - 16 Answer

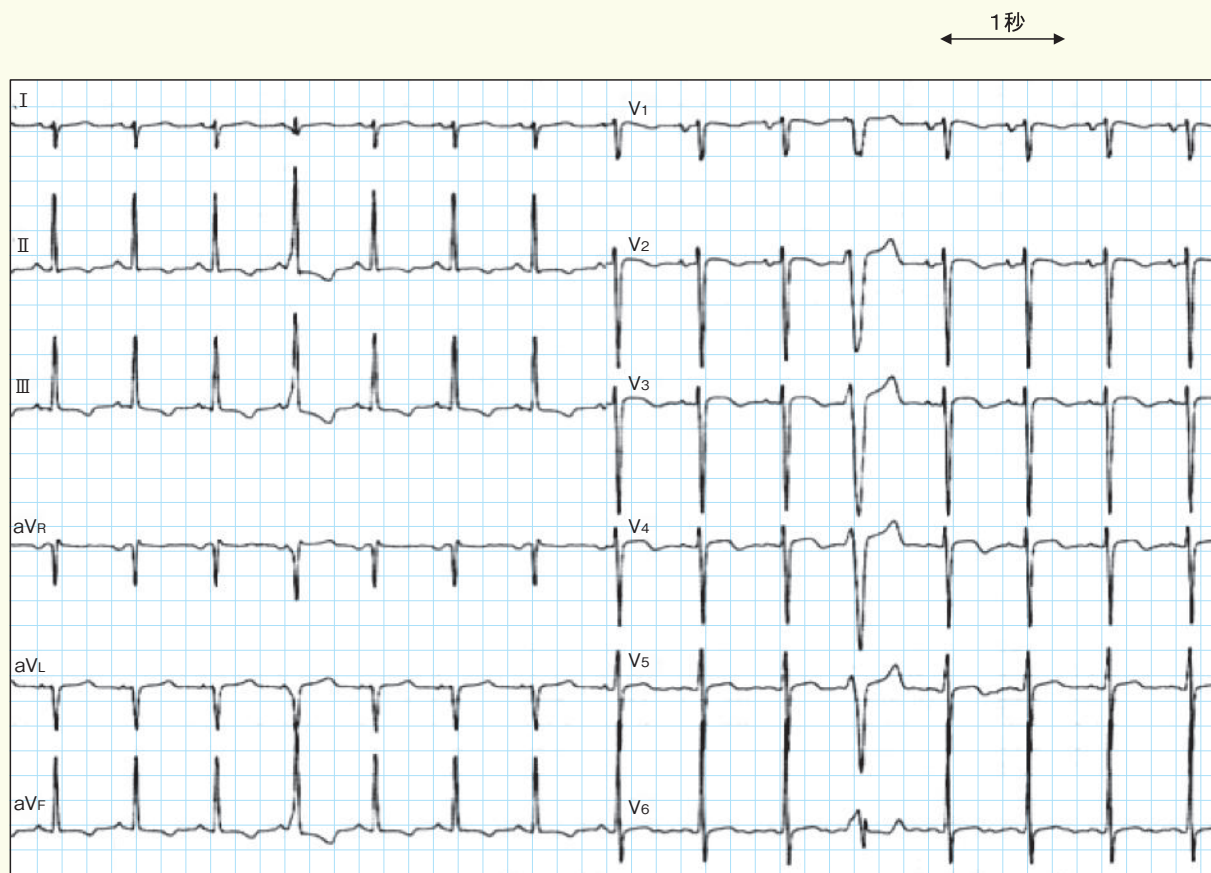


PR間隔短縮・QRS幅増大・δ波の存在からWPW症候群であることは明確で、II・III・aV<sub>F</sub>誘導のδ波が陰性(⇩)であることから、左室高中隔領域にKent束を有する**A型WPW症候群**と考えられる。



前半部分の拡大記録。Aは、陽性のP波と明確なδ波(↑)が確認され、Kent束を順行する**洞収縮**と判断される。BはQRS幅の広い期外収縮(早期収縮)であるが、先行するP波がない。QRS波の形態が洞収縮とほとんど変わりがなく**上室期外収縮**と考えられる。また、明確なδ波(⇩)を認めることから、**Kent束近傍からの期外収縮**と考えてよさそうである。Cは先行RR間隔が長い・P波がない・QRS幅が狭い・T波が陰性であるなど、他の心拍とはまったく形態が異なる。**房室接合部由来の補充収縮**と考えるのが妥当であろう。

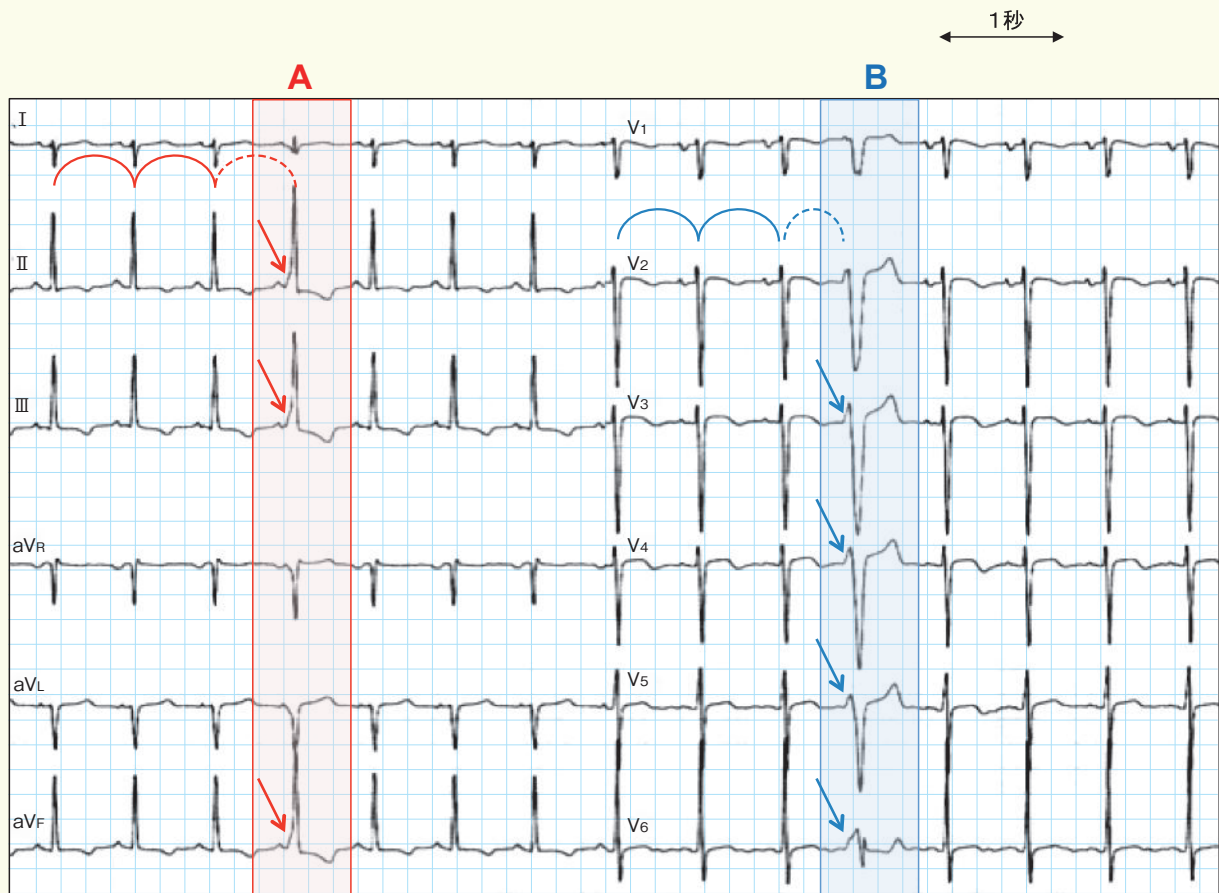
# $\delta$ 波 - 17 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
48歳、女性。動悸を主訴に来院。

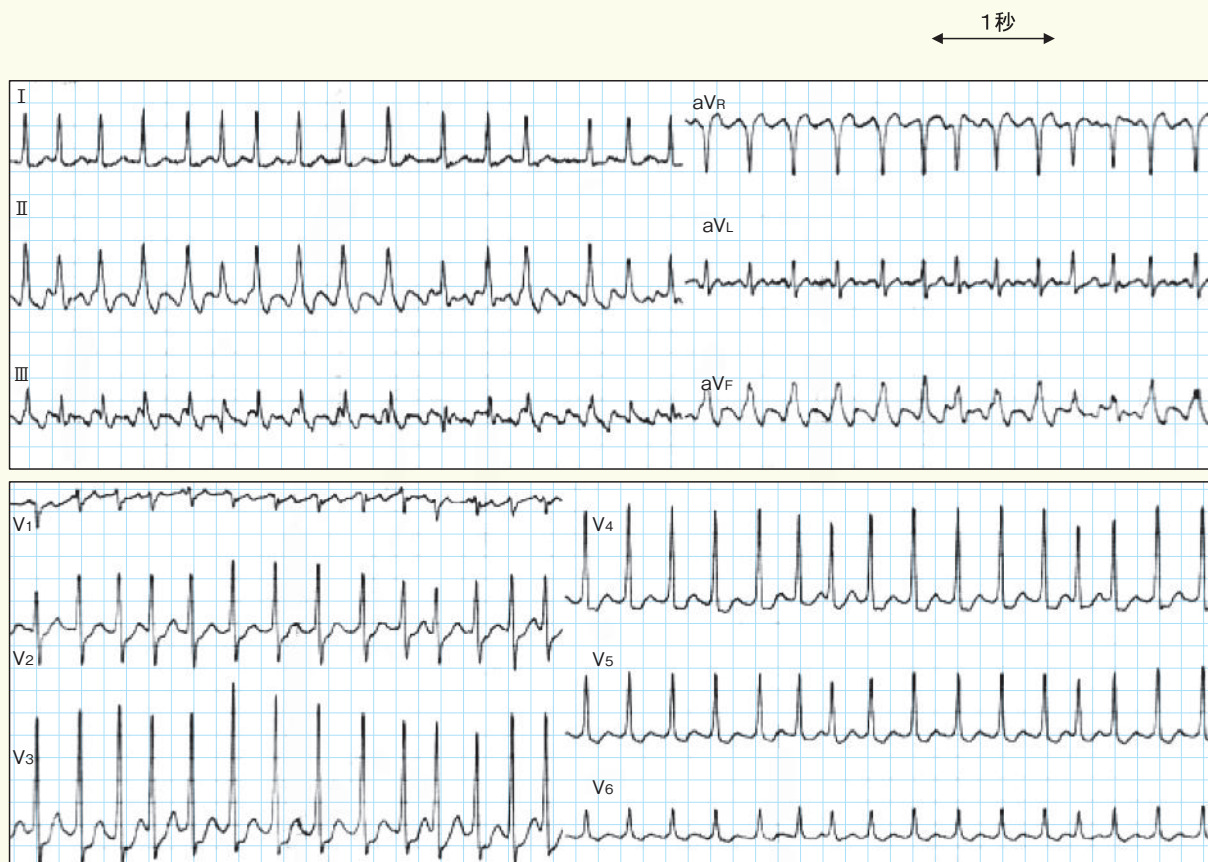


# δ波 - 17 Answer



記録中にみられる形態の異なった心拍AとBをどのように診断したらよいのであろうか。まずAに関しては、先行RR間隔が洞周期に一致すること、明らかなδ波が存在すること(↑)から、**Kent束を順行した洞収縮**心拍と考えてよいであろう。一方Bは、連結期の短い**期外収縮**で先行するP波はなく、QRS幅が広い。心室期外収縮の可能性も否定できないが、よくみると基本的な形は洞収縮に類似しており、矢印(↑)で示すQRSの立ち上がり部分は緩徐でδ波と考えられることから、Kent束近傍から発生した**上室期外収縮**と診断すべきであろう。

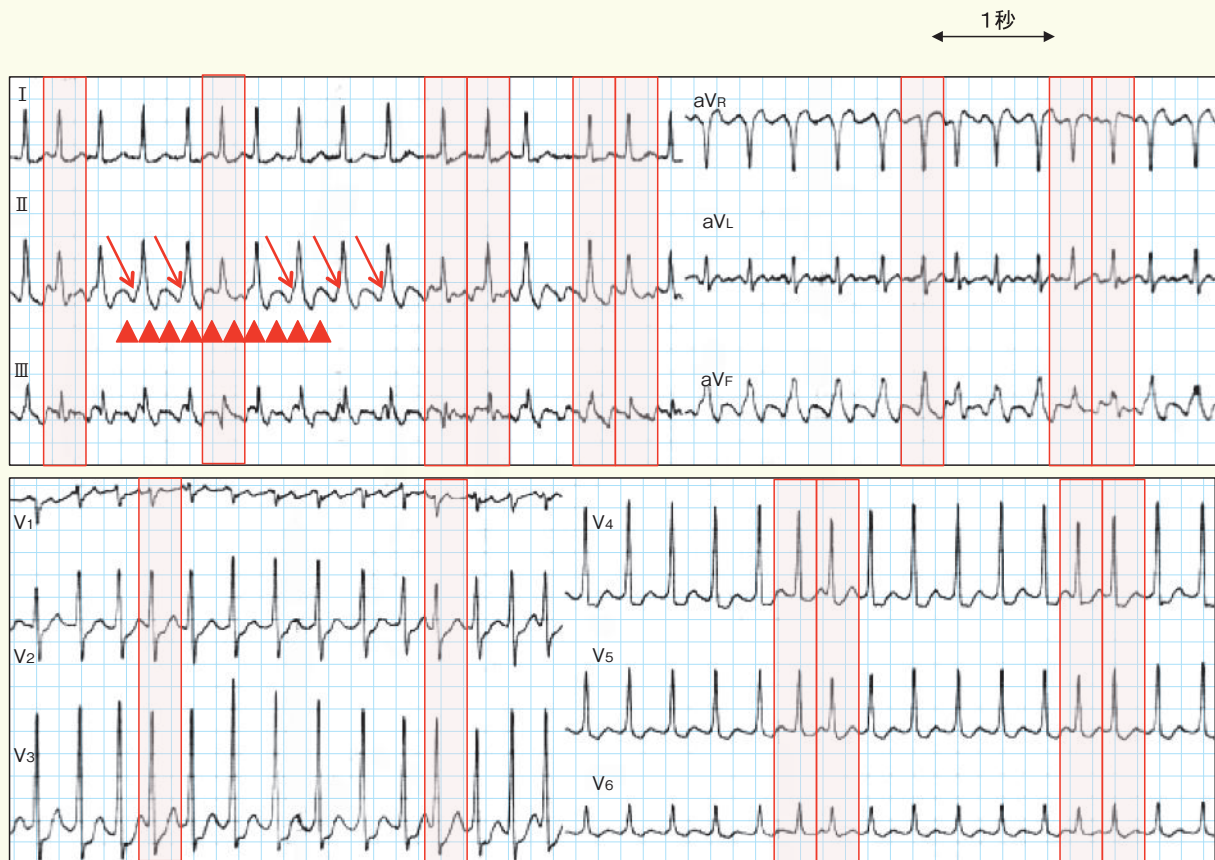
# $\delta$ 波 - 18 Question



12誘導を3誘導ずつ連続記録。

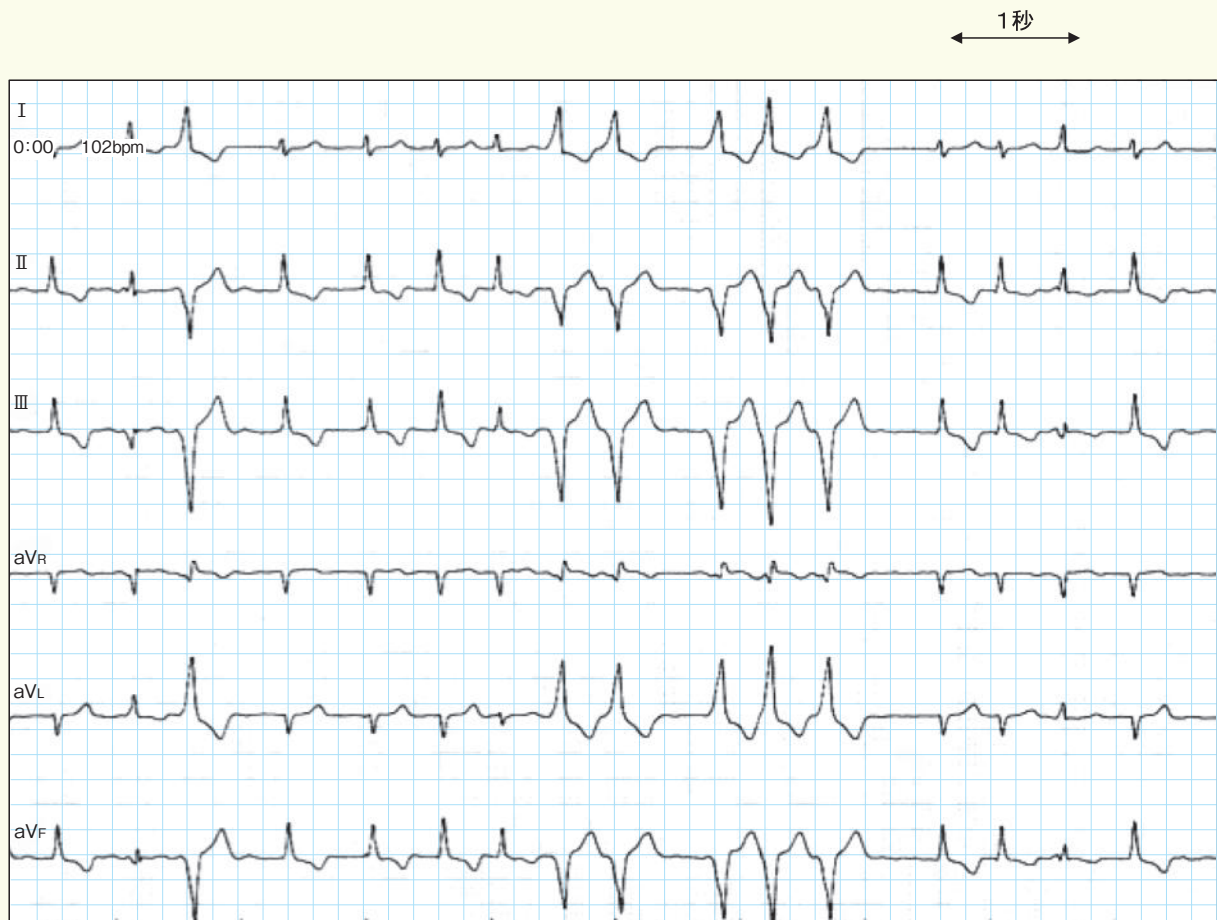
70歳、男性。突然の動悸・頻脈を訴えて救急来院。

# δ波 - 18 Answer



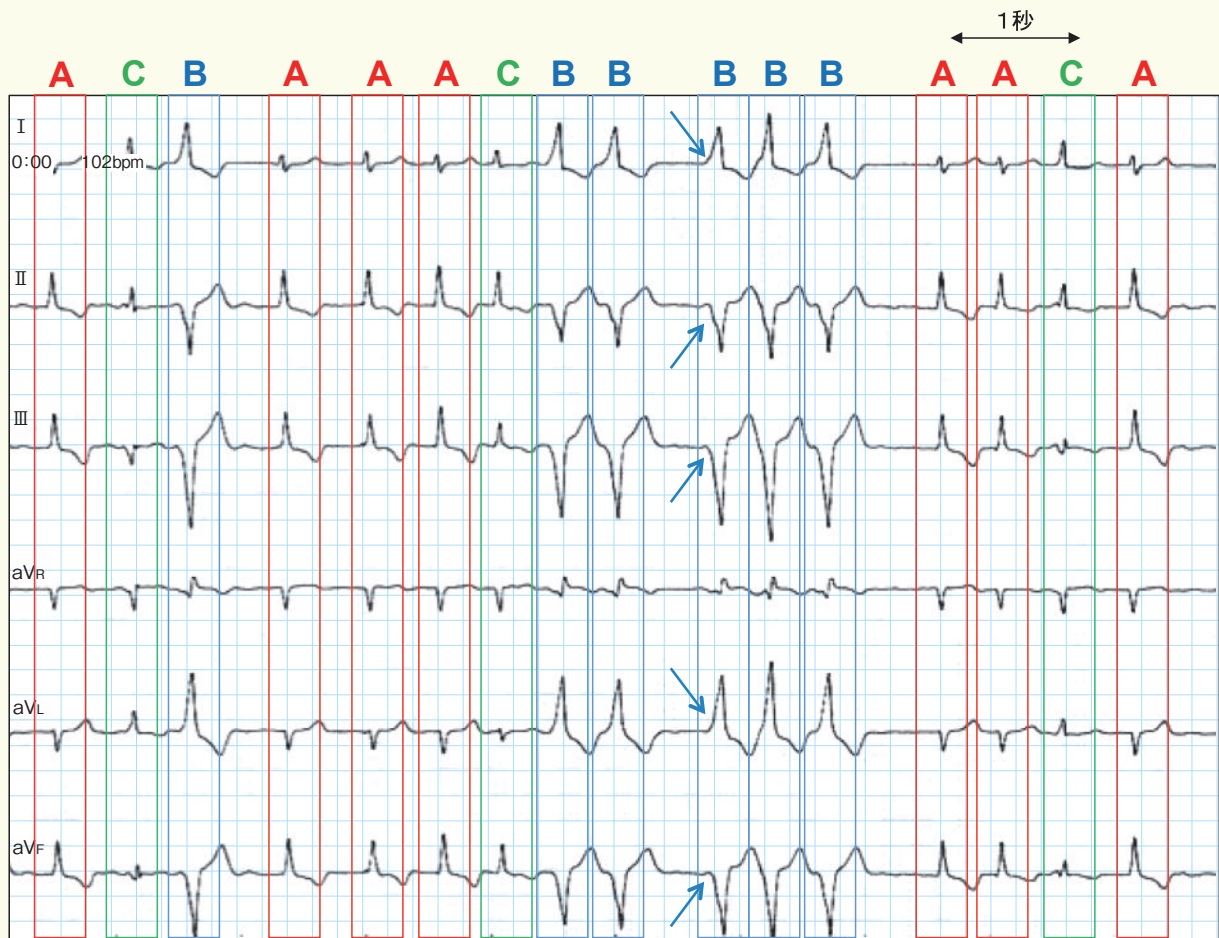
興奮頻度約300/分の規則正しい基線の鋸歯状波 (F波▲) から、**心房粗動**と診断される。また、四角 (□) で囲んだ心拍を除いて、2対1伝導を示す心拍はいずれも明らかなδ波が観察されること (↑) から、**WPW症候群**の診断も容易である。一方、四角 (□) で囲んだ心拍はQRS幅が狭く、粗動波とQRS波の伝導比が変化した際に現れていることから、Kent束ではなく房室伝導系を順行した心拍と判断される。頻脈性心房細動/心房粗動では、本例のようにδ波が出没することがあるため、注意深く観察する必要がある。

# $\delta$ 波 - 19 Question



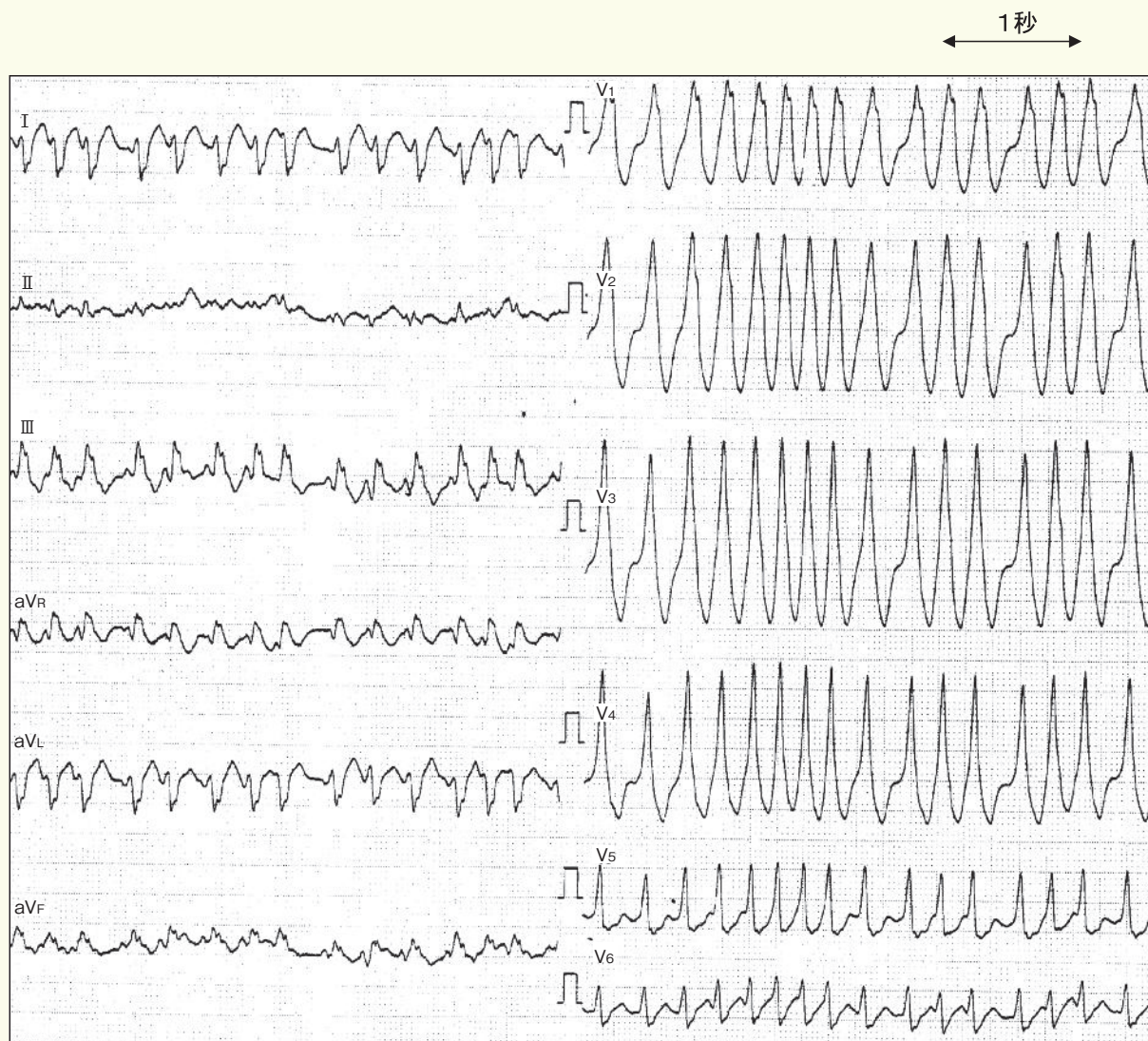
I～III、 $aV_R$ ・ $aV_L$ ・ $aV_F$ の6誘導を同時記録。  
65歳、男性。心房細動にて加療中、動悸を訴えて来院。

# δ波 - 19 Answer



基線が細かく揺れ (f波)、RR間隔が不整であることから、**心房細動**の診断は容易である。QRS波の形態は微妙な違いはあるが、おおむねほぼ正常型の**A**、幅広く変形した**B**、およびその中間型の**C**の3種類に大別される。**A**は房室伝導系を順行する**正常心拍**、**B**は**A**とまったく極性が逆で、明らかな陰性のδ波 (↑) を伴う左室後中隔Kent束を順行する**早期興奮**、**C**は両者の**融合収縮**で中間型を示すと判断される。**WPW症候群における心房細動**では、RR間隔や不応期の変化に伴ってしばしばみられる所見である。

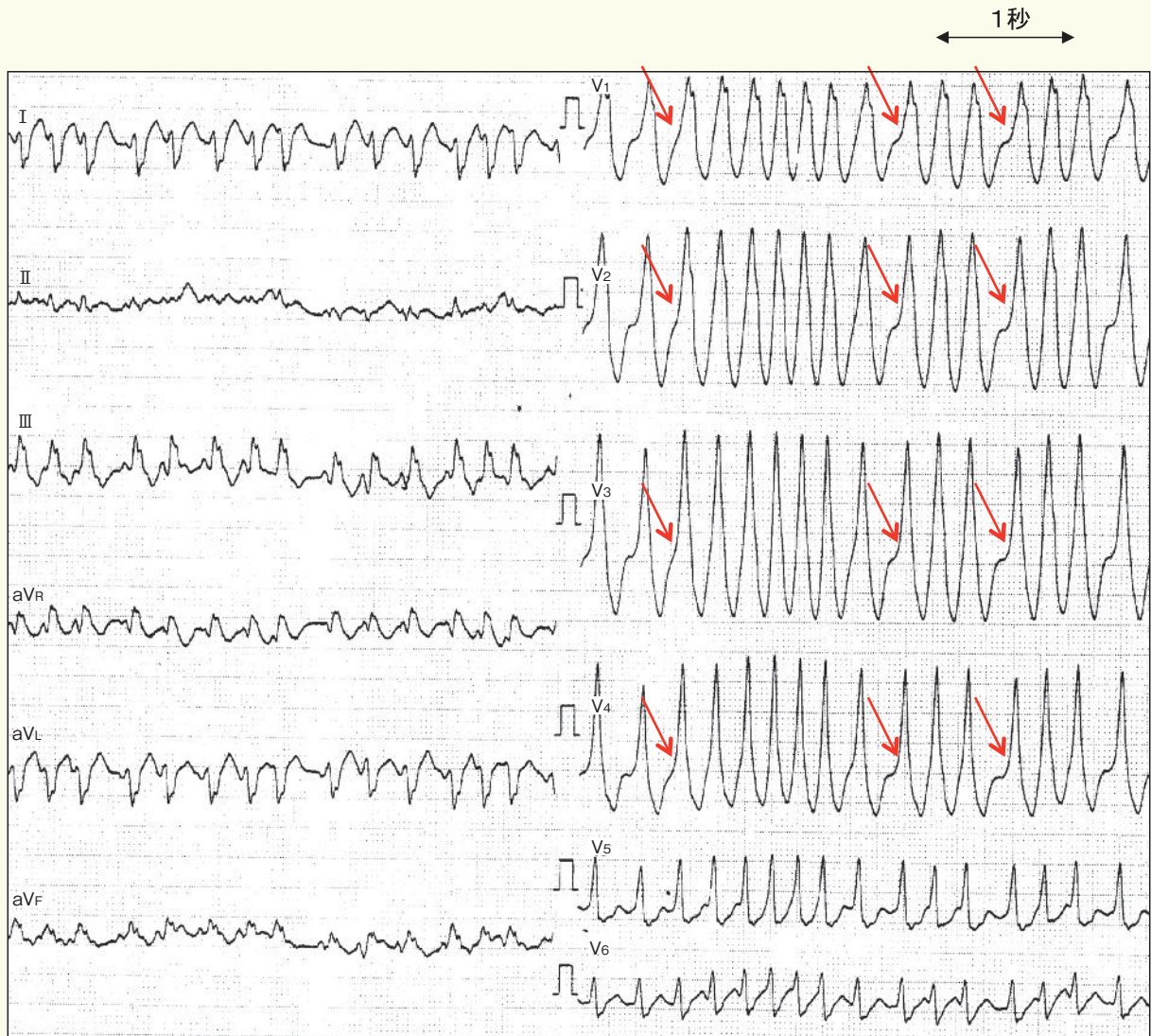
# $\delta$ 波 - 20 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

18歳、男子高校生。突然の動悸と数秒間の意識消失を主訴に救急来院。

# δ波 - 20 Answer



WPW症候群に伴う心房細動例でみられた偽性心室頻拍と呼ばれる所見である。Kent束の不応期が短い例では、心房細動による高頻度の心房興奮がほとんどKent束を通過して心室に到達するため、いずれの心拍もδ波を伴い(↑で特に明らかである)、しばしば心拍数300/分を超えるwide QRSの極端な頻脈を呈する。血行動態が破綻し、突然死する可能性もあるので、緊急アブレーション治療を行った。

## 第Ⅱ章

Brugada (ブルガダ) sign



## Brugada (ブルガダ) signがみられる心電図

### Brugada signとは？

- \*  $V_1 \sim V_3$ 誘導で上方凸+陰性T波のcoved型、ないし上方凹+陽性T波のsaddleback型のST上昇を示すものをBrugada sign (ブルガダ型心電図)という。

### Brugada signを呈する疾患

- \* Brugada症候群は、器質的心疾患がないにもかかわらず心室細動を突発し、突然死することのある遺伝性疾患で、特徴的な心電図異常を示す。
- \* QRS終末部は、J波ないしJ点の上昇を伴い、右脚ブロックに類似する。
- \* 典型的なcoved型をtype 1、0.2 mV以上のST上昇を伴うsaddleback型をtype 2、ST上昇が0.2 mV未満のsaddleback型をtype 3と呼ぶ。
- \* 第3肋間ないし第2肋間の記録や、I群抗不整脈薬投与下で典型的なBrugada signが記録されることもある。
- \* Brugada signの出現には日内・日差変動があり、さまざまなtypeが現れるが、coved型で心室細動の発生頻度が高い傾向がある。
- \* 東アジアの若年男性に好発し、突然死の家族歴を有する例が多く、SCN5A遺伝子変異の関与が示唆されている。

## キーワード

QRS波の直後

## どこをどうみるか

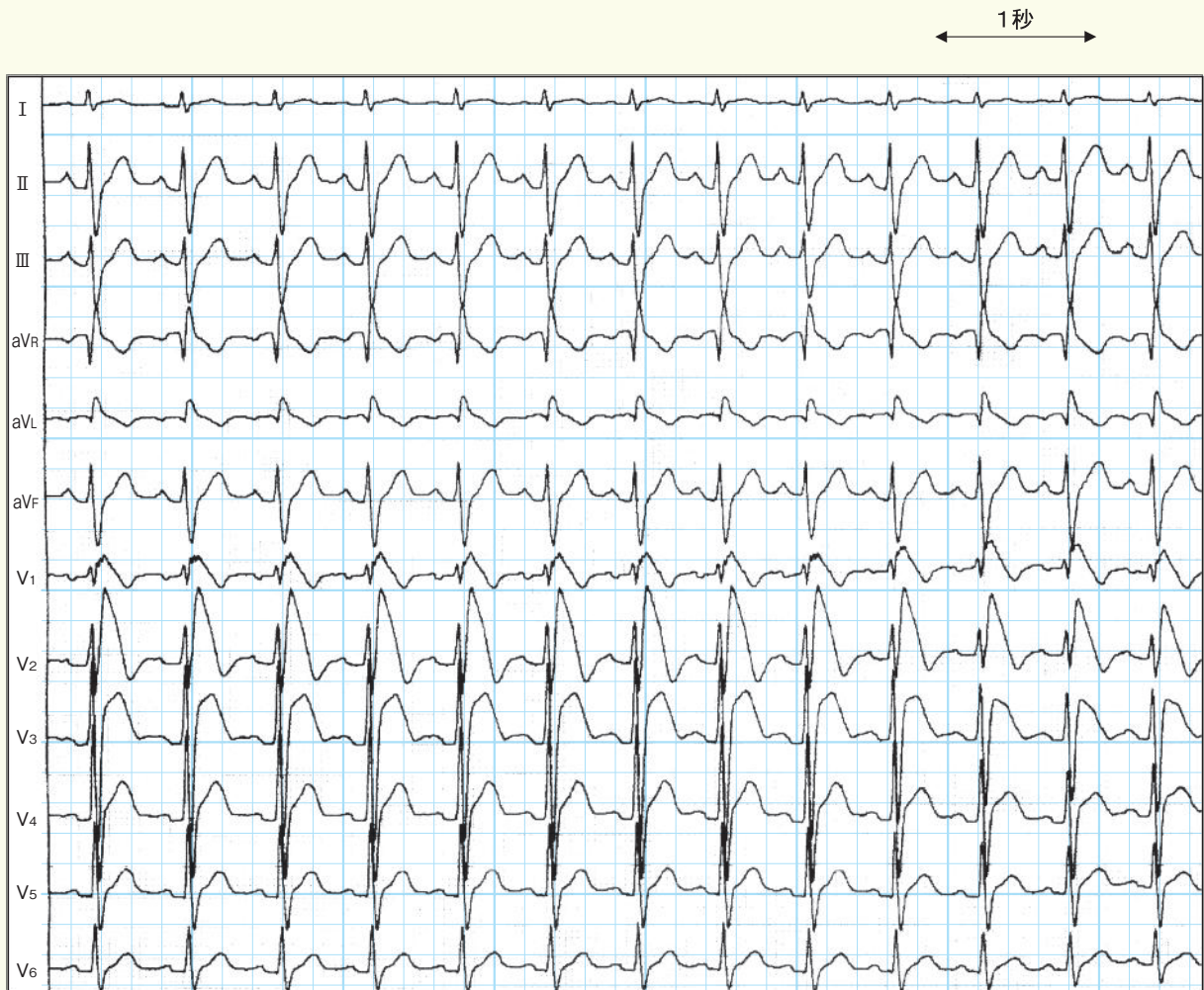
Brugada sign :  $V_1 \sim V_3$ 誘導のJ波を伴うcoved型またはsaddleback型のST上昇、右脚ブロックに類似

## 波形異常と不整脈の関係

Brugada sign  $\Rightarrow$  Brugada症候群  $\rightarrow$  心室細動

**Brugada signがみられる心電図、  
QRS後半部～ST-T部分に着目！**

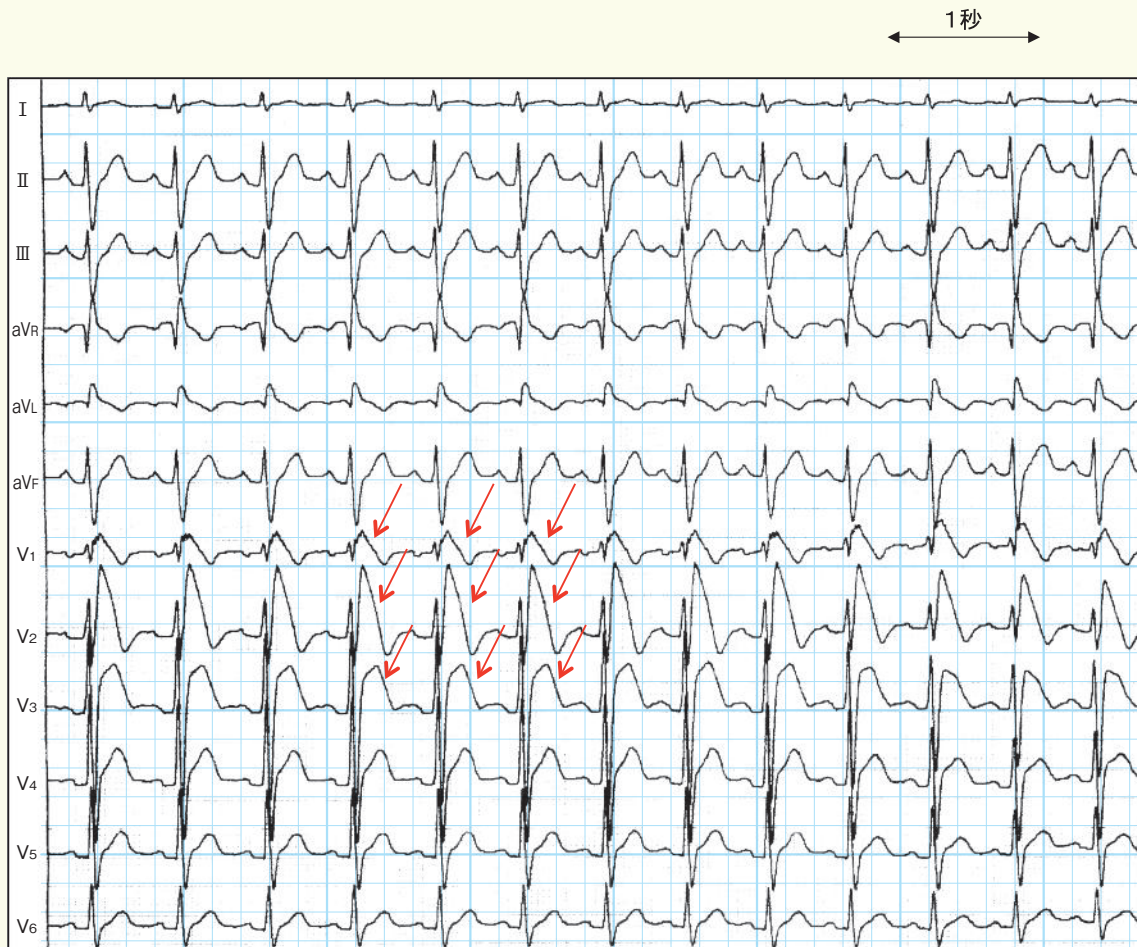
# Brugada sign-1 Question



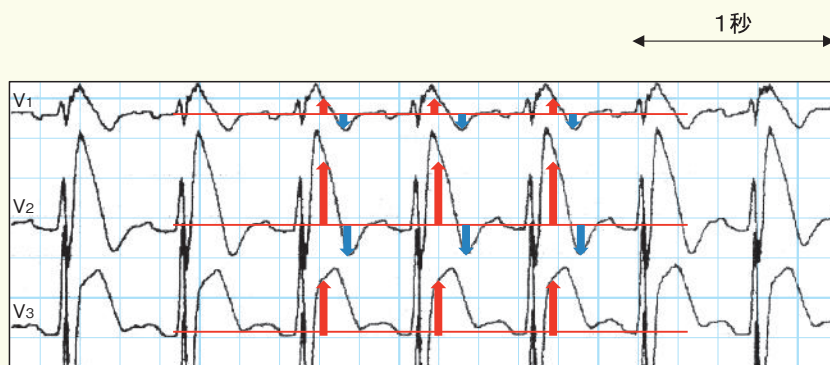
12誘導を同時記録。

34歳の男性、会社員。失神発作を主訴に来院した際の心電図。

# Brugada sign - 1 Answer

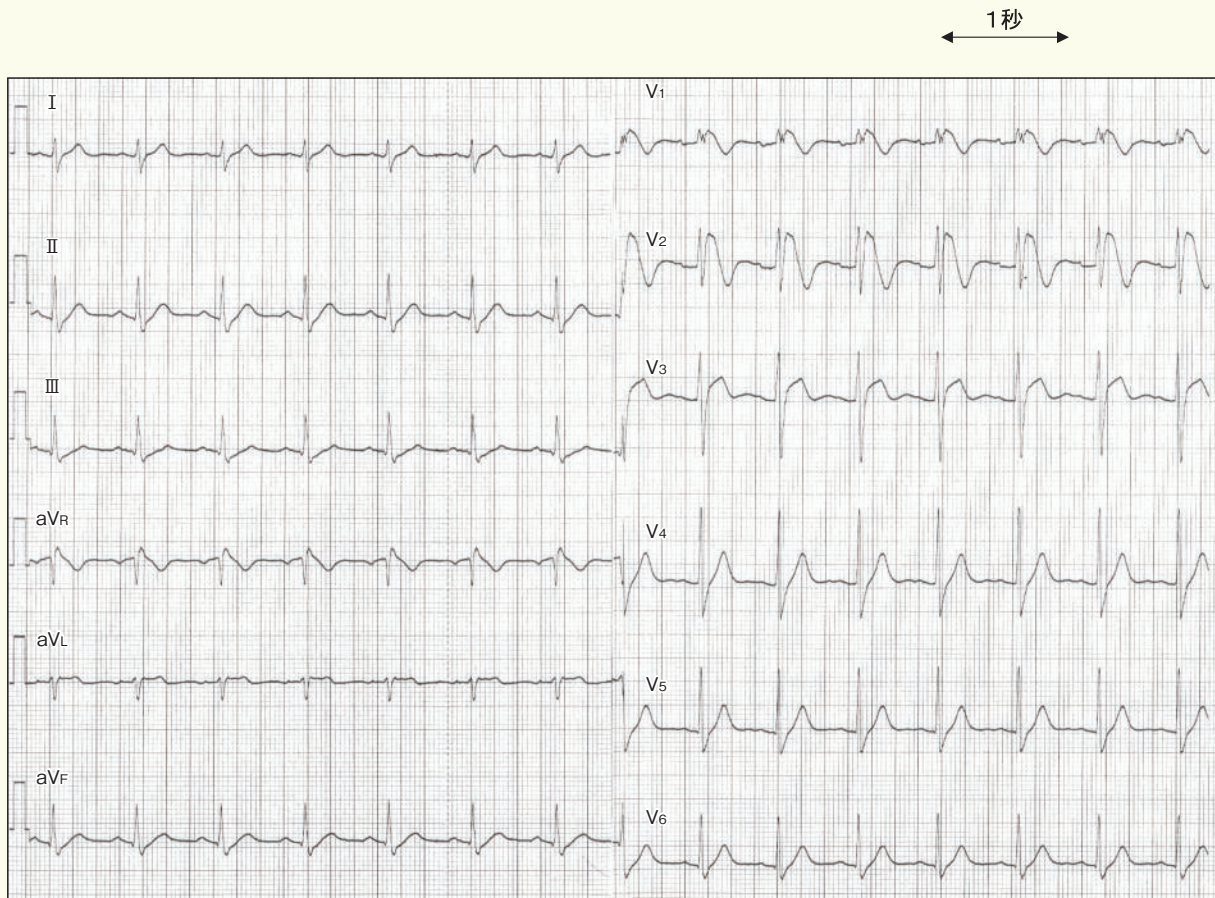


会社の健康診断では、以前から完全右脚ブロックで経過観察とされていた。たしかに胸部誘導では**右脚ブロック類似の波形**を呈しているが、STが異常に上昇しており(↑)、**右脚ブロックとしては非典型的**である。



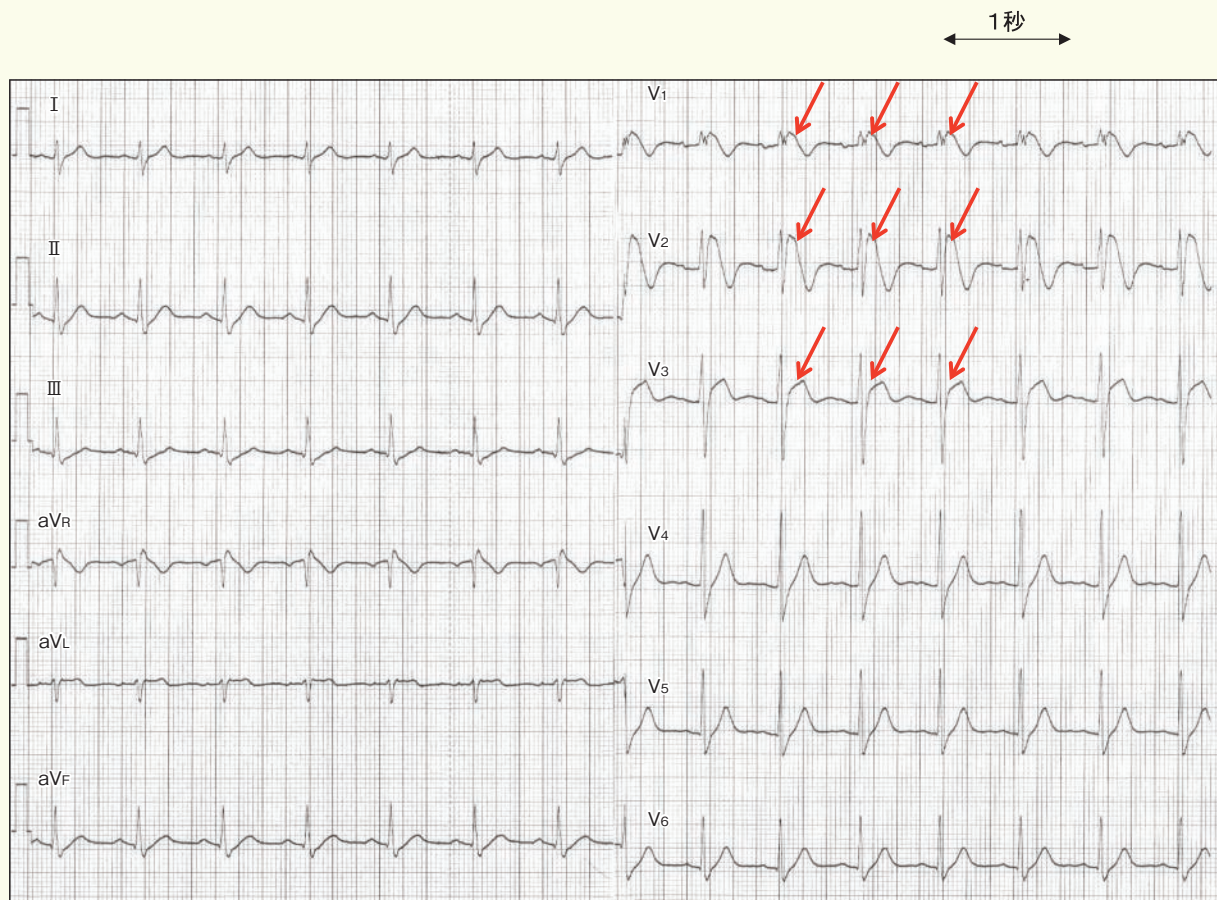
拡大波形で明らかなように、3つの誘導で0.2~0.8 mVにおよぶST上昇(↑)が観察される。J点から大きく上昇したST部分はそのままT波に移行して下降し、一部は陰性化(↓)した後に基線に戻っている。このような波形変化を**coved型ST上昇 (coved type ST elevation)**、あるいは**Brugada型心電図type 1**と呼び、Brugada症候群特有の所見とされている。

# Brugada sign-2 Question



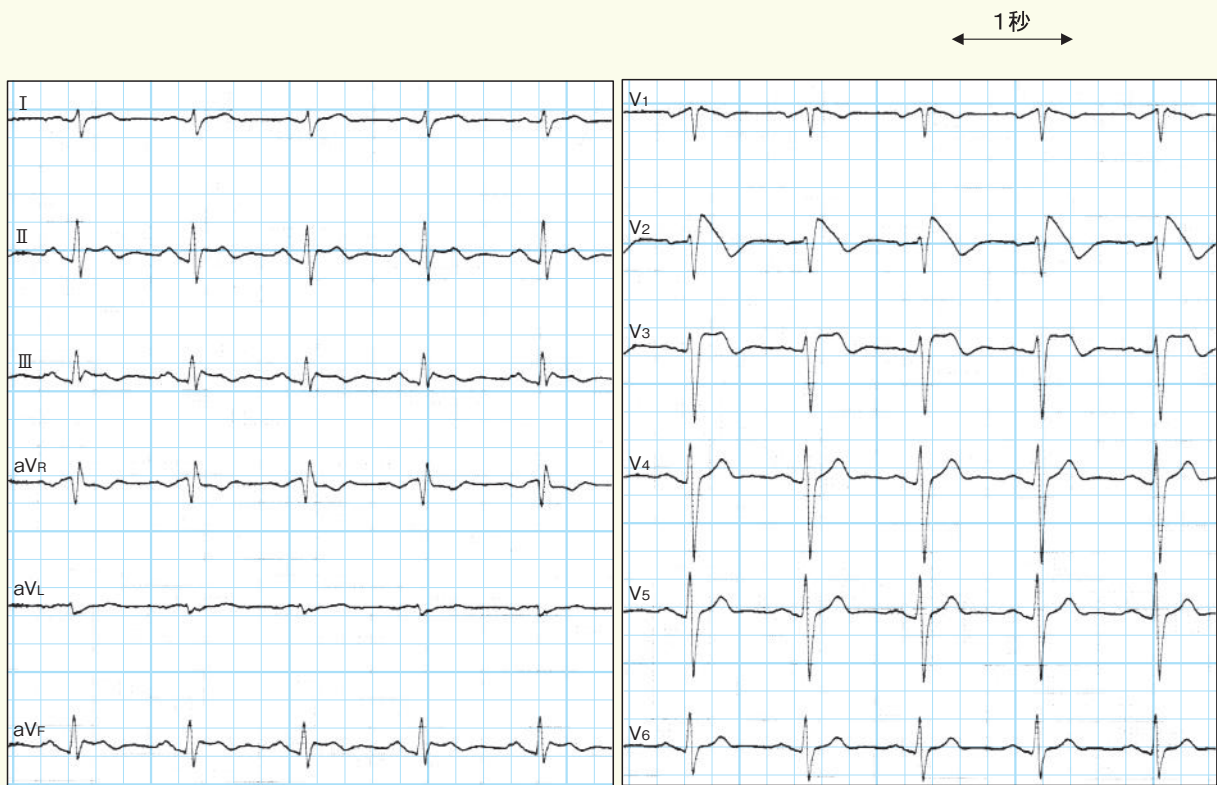
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
30歳の男性。健康診断の際の記録。

# Brugada sign-2 Answer



完全右脚ブロックに類似しているが、V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub>誘導で異様なST上昇が見られる(↓)。特にV<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導で陰性T波を伴うcoved型ST上昇 (type 1) を認める典型的なBrugada型心電図である。

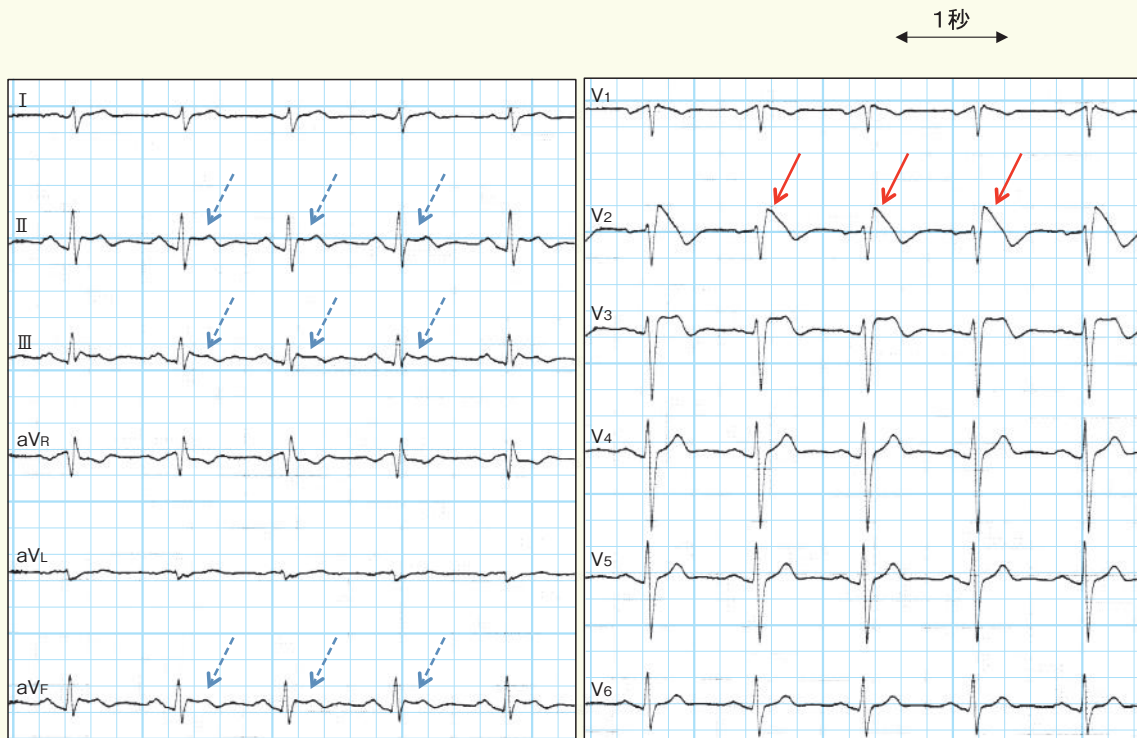
# Brugada sign - 3 Question



12誘導を6誘導ずつ別々に記録。  
30代の男性。失神発作精査目的で入院時の記録。



# Brugada sign - 3 Answer

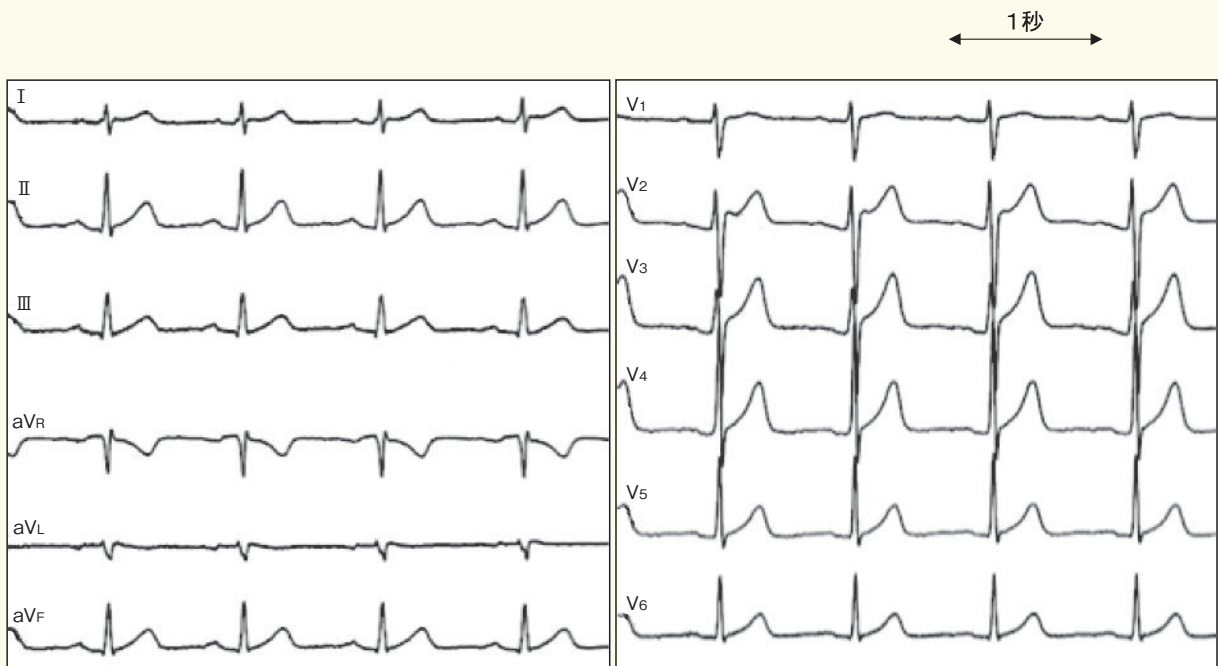


V<sub>2</sub>誘導において典型的なcoved型ST上昇(↑)が観察されることから、**Brugada型心電図type 1**と診断できる。加えて、本例ではII・III・aV<sub>F</sub>誘導においても**早期再分極**と考えられる有意のST上昇(↑)がみられる。



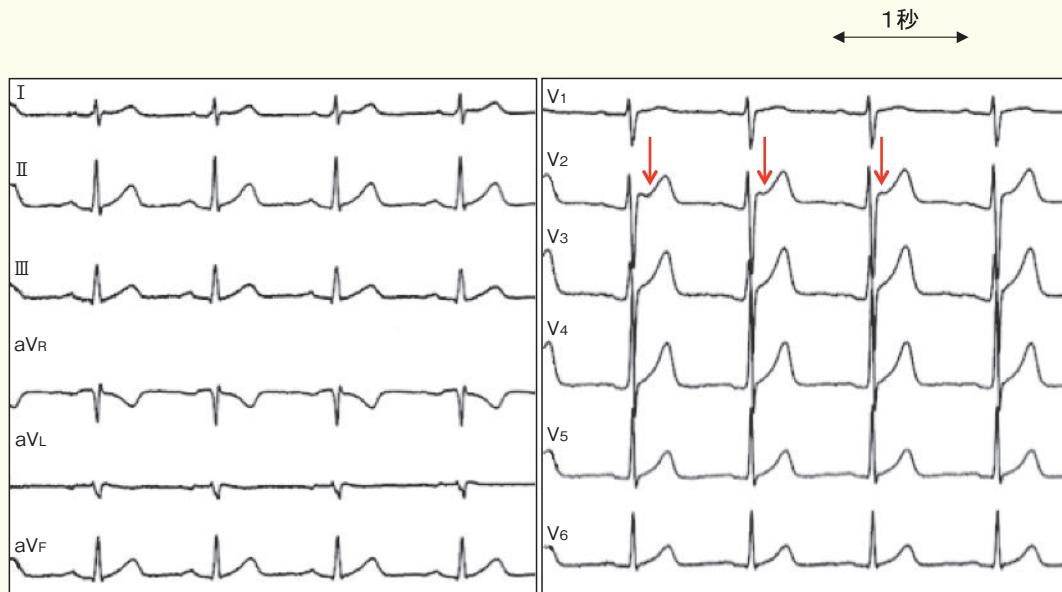
本例で心電図モニターを行っていたところ、**失神発作出現時**にAおよびBが記録され、連結期の短いR on T型心室期外収縮から発生した**一過性心室細動**と判明した。**Brugada症候群**と**早期再分極症候群**を合併したと考えられる極めて珍しい例である。

# Brugada sign - 4 Question

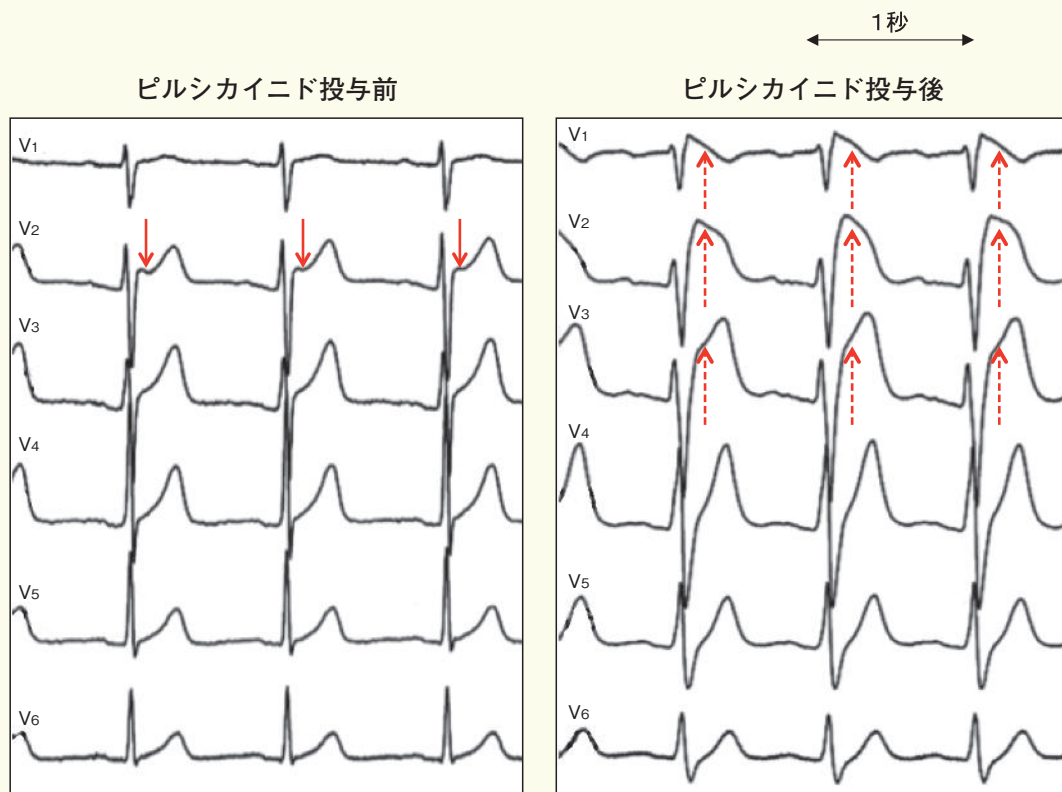


12誘導を6誘導ずつ同時記録。  
20代の男性。失神発作を主訴に来院。

# Brugada sign - 4 Answer



V<sub>2</sub>誘導で軽度のST上昇（↑）を認めるものの、典型的なBrugada型心電図ではない。



家族歴を含む臨床背景と症状からBrugada症候群を疑い、ピルシカイニド負荷試験を行った際の心電図を示す。左は投与前、右はピルシカイニド1 mg/kgをゆっくりと静注した後の胸部誘導である。ピルシカイニド投与前に見られたST上昇（↑）は軽度なものであったが、ピルシカイニド投与後には、QRS幅の拡大とともに典型的なcoved型ST上昇（↑）が誘発されているのがわかる。Brugada症候群を強く示唆する所見で、その後の電気生理学的検査にて容易に心室細動が誘発され、植込み型除細動器の植込みを行った。

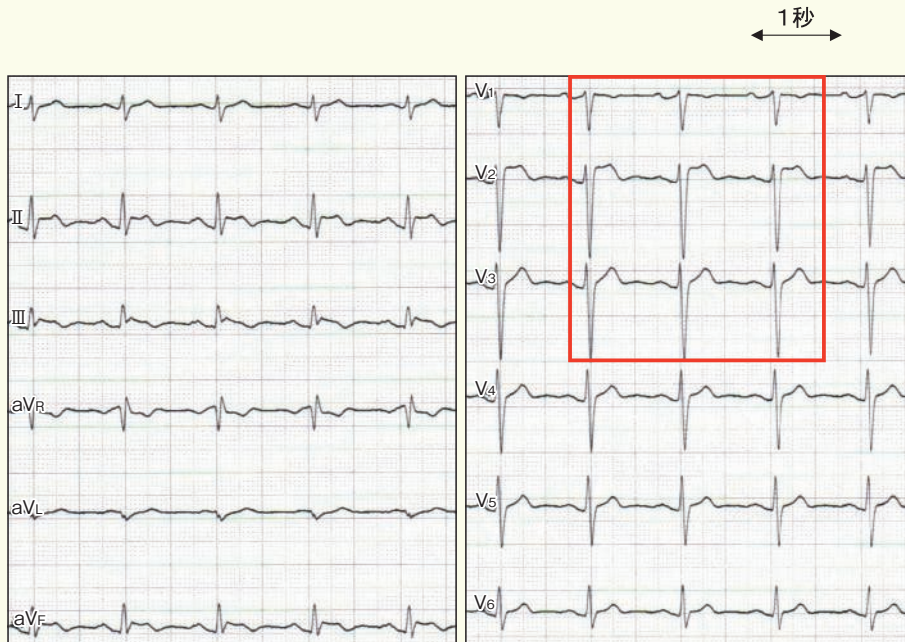
# Brugada sign-5 Question



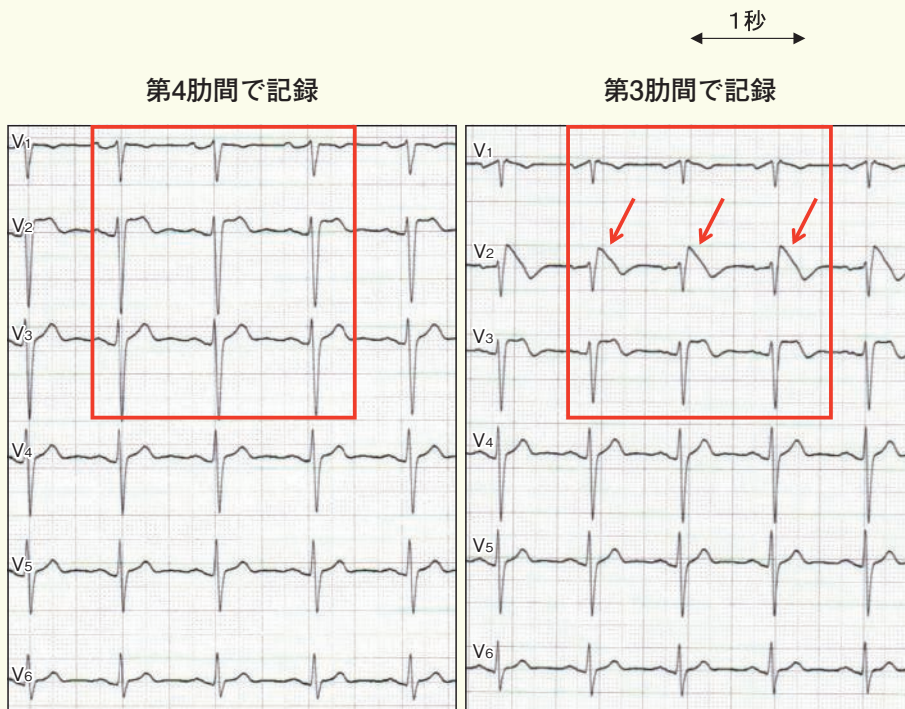
12誘導を6誘導ずつ同時記録。

Brugada sign-3の30代男性で、日を変えて記録された心電図である。

# Brugada sign - 5 Answer

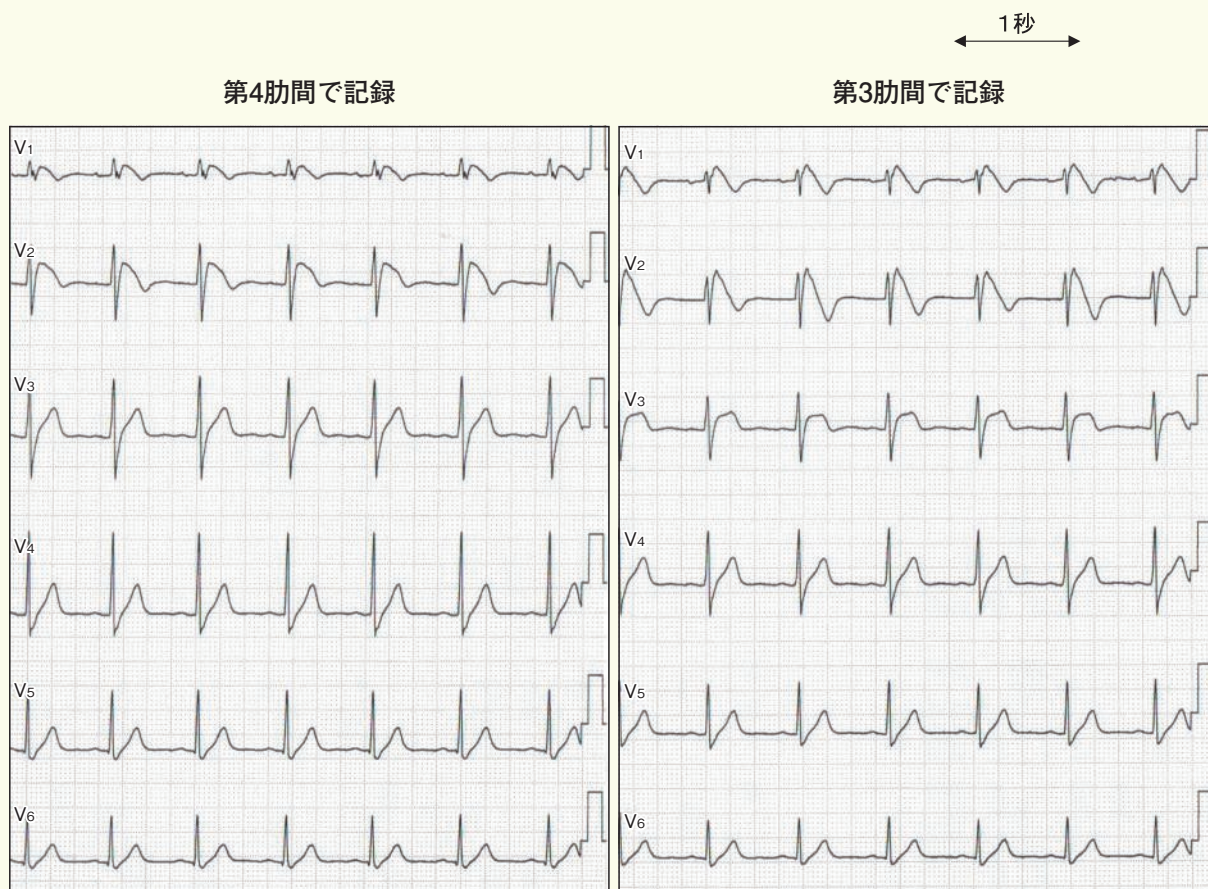


V<sub>2</sub>誘導で軽度のST上昇を認める (□) が、典型的なBrugada型心電図所見はない。



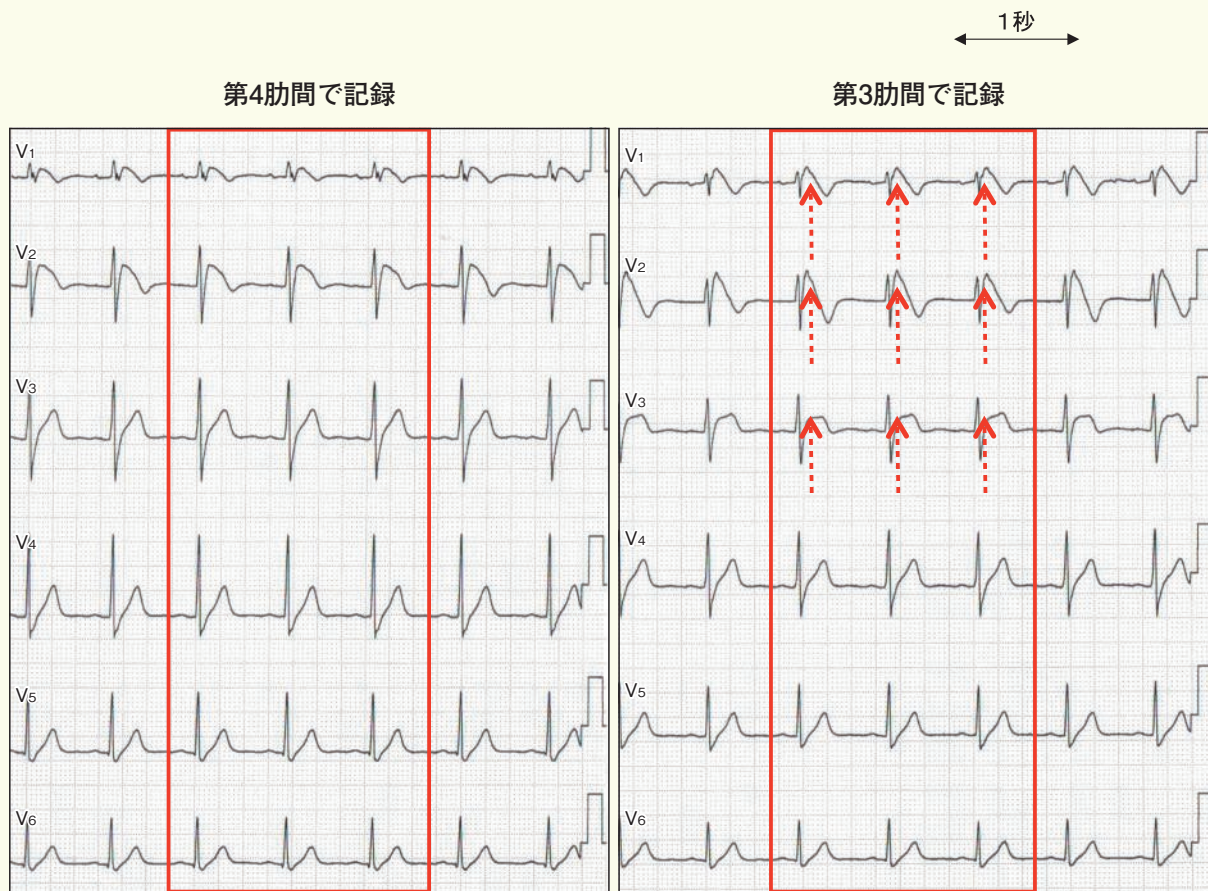
第3肋間で記録した心電図において、ST上昇の程度が強まっており、特にV<sub>2</sub>誘導では**典型的なcoved型ST上昇** (↓) が観察される。Brugada型心電図はしばしば**日内・日差変動**を示し、記録時に典型的所見が観察されないことがあるが、胸部誘導を**第3肋間あるいは第2肋間**で記録すると、本例のように典型的coved型ST上昇が確認されることがあり、診断の一助となる。

# Brugada sign-6 Question



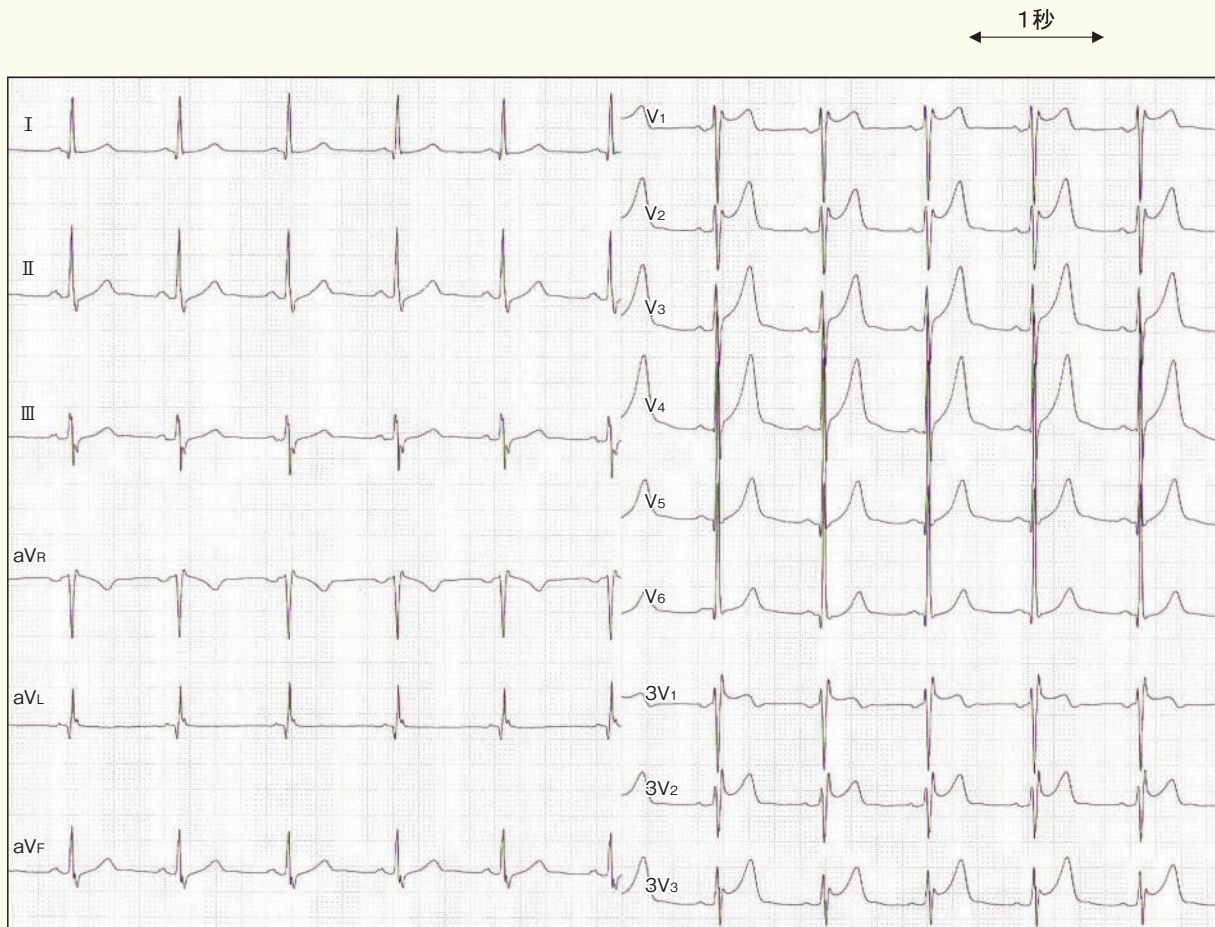
第4肋間記録と第3肋間記録の胸部誘導を比較。  
30代の男性。動悸精査のため来院した際の記録。

# Brugada sign-6 Answer



第4肋間記録に比べ第3肋間記録では、V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub>誘導におけるST上昇の程度が明らかに大きく、**coved型**が強まっているのがわかる(↑)。一方で、心臓からの距離が遠くなるため、QRS波高は低くなる傾向がある。

# Brugada sign-7 Question



15誘導を四肢6誘導と胸部9誘導に分けて連続記録。  
 右下の3誘導は、V<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>誘導を第3肋間で同時記録したものである。  
 40歳の男性。心電図異常精査のため来院した際の記録。

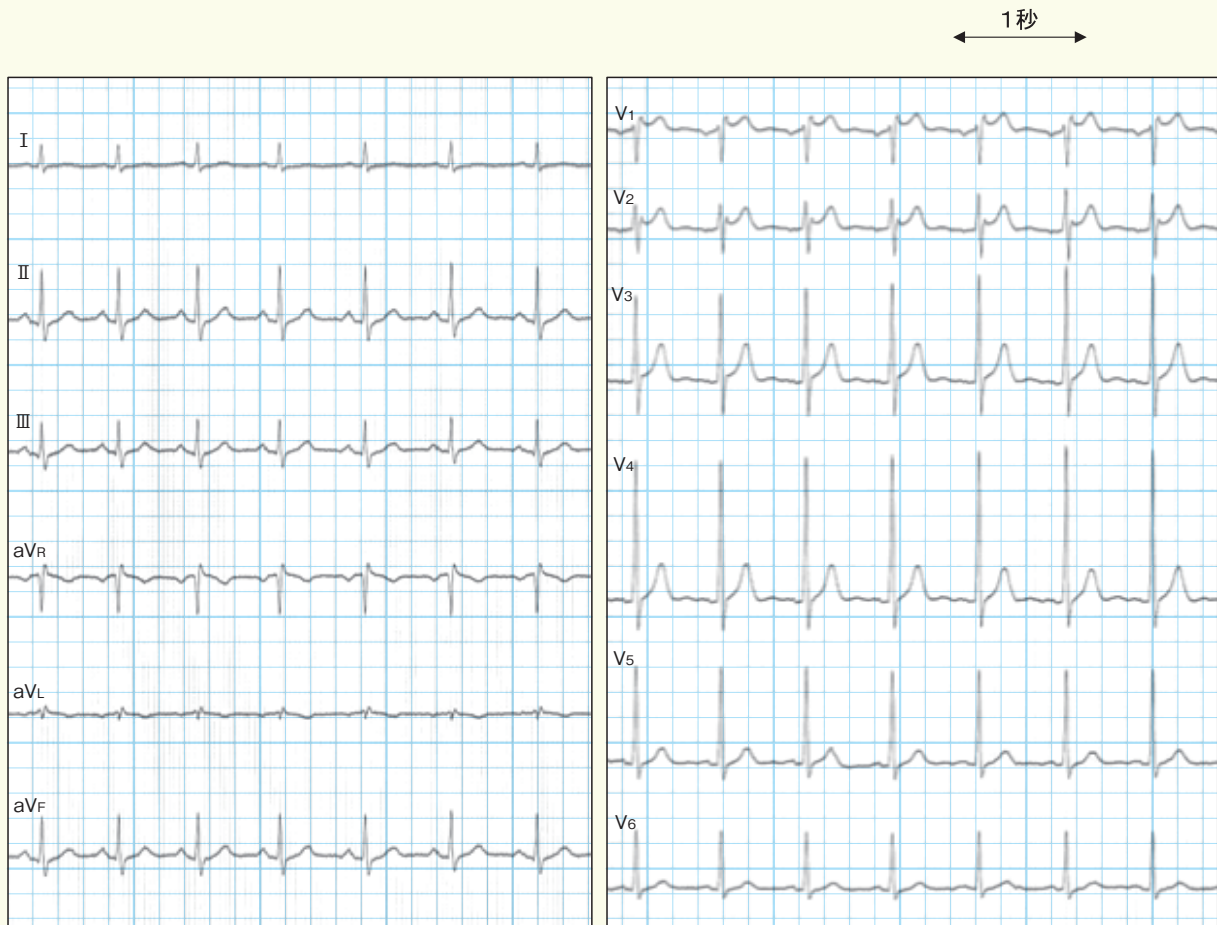


# Brugada sign - 7 Answer



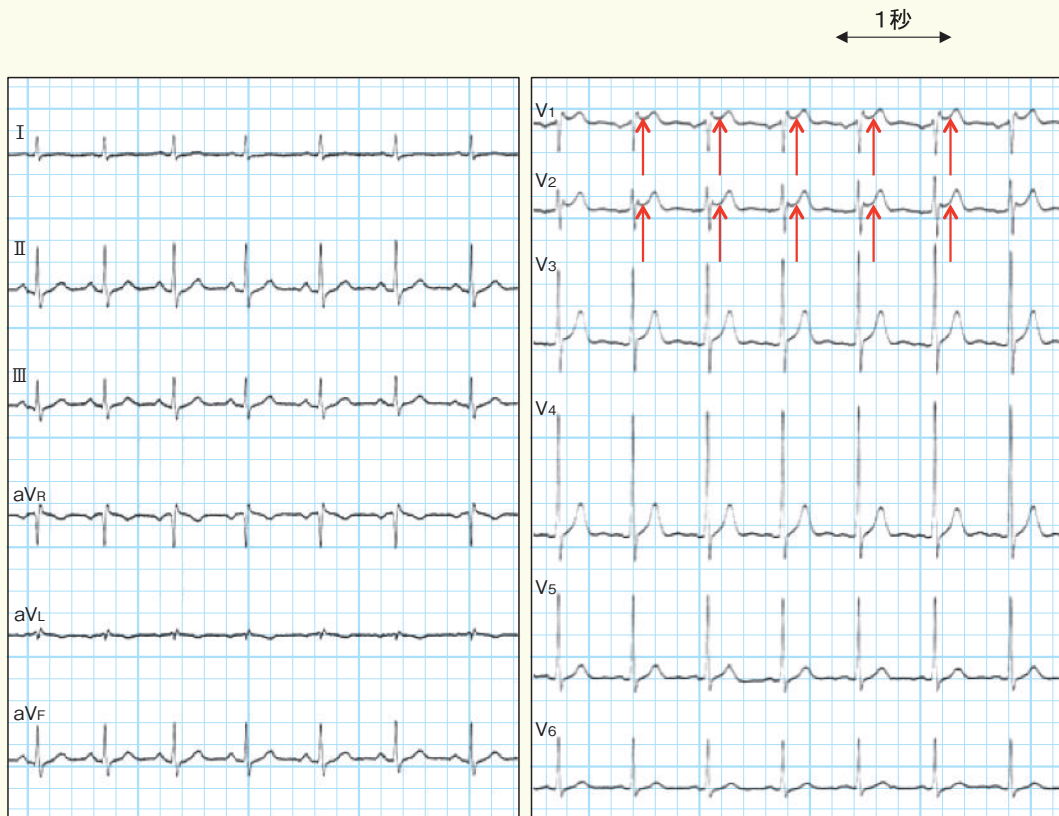
V<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>誘導でST上昇がみられるが、T波はいずれも陽性であり、V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導ではr'のあとのST部分は馬の鞍のような形の凹型で、**saddle-back型ST上昇**と呼ばれる所見を呈している。**Brugada型心電図 type 2**とされるものである。日内・日差変動があるため注意深い観察が必要であるが、第3肋間記録を見ても、3V<sub>3</sub>誘導でr'が出現している点を除いて、基本的な所見に大きな違いはない。

# Brugada sign-8 Question

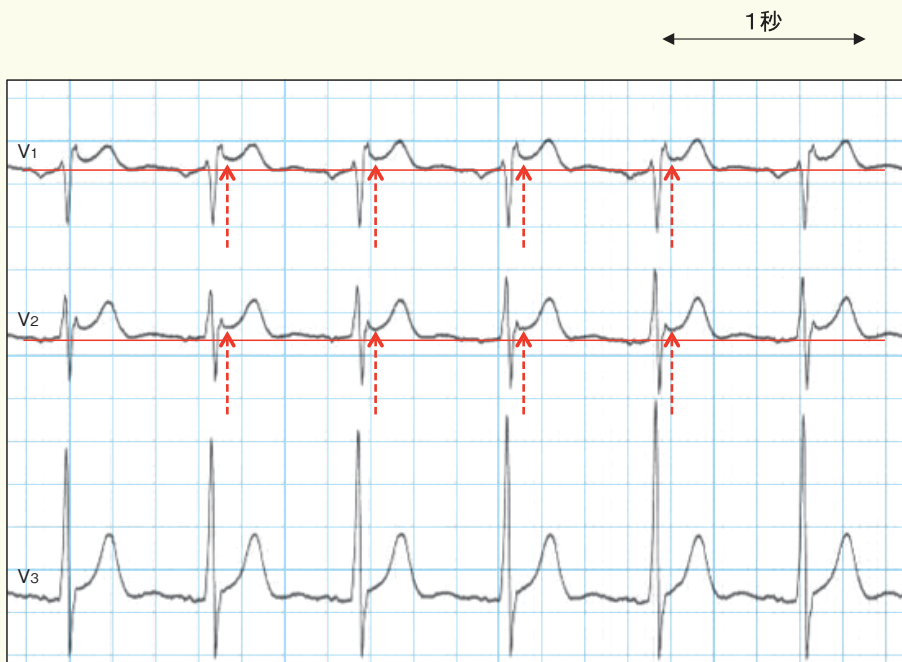


12誘導を6誘導ずつ別々に記録。  
20代の女性。失神発作精査目的で来院。

# Brugada sign - 8 Answer

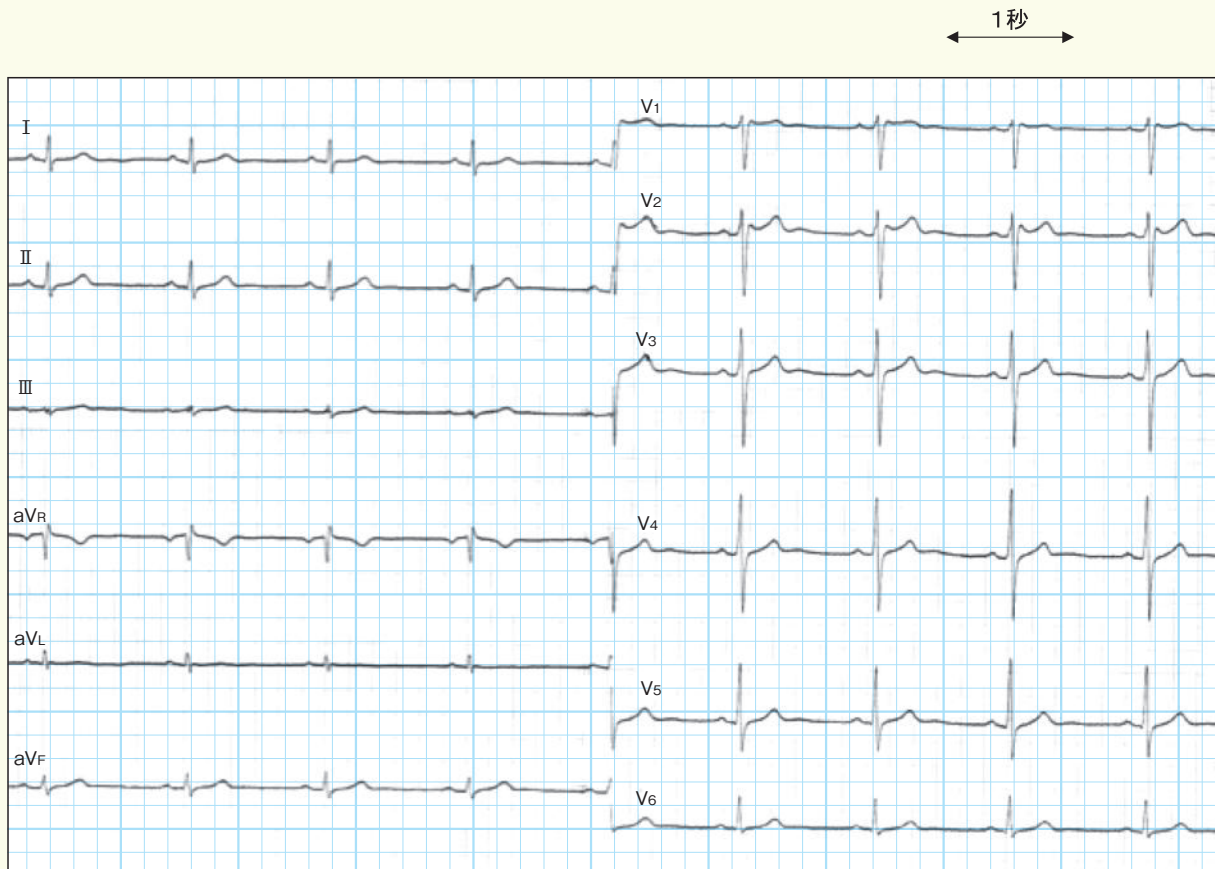


V<sub>1</sub>およびV<sub>2</sub>誘導で軽度のST上昇がみられる(↑)。



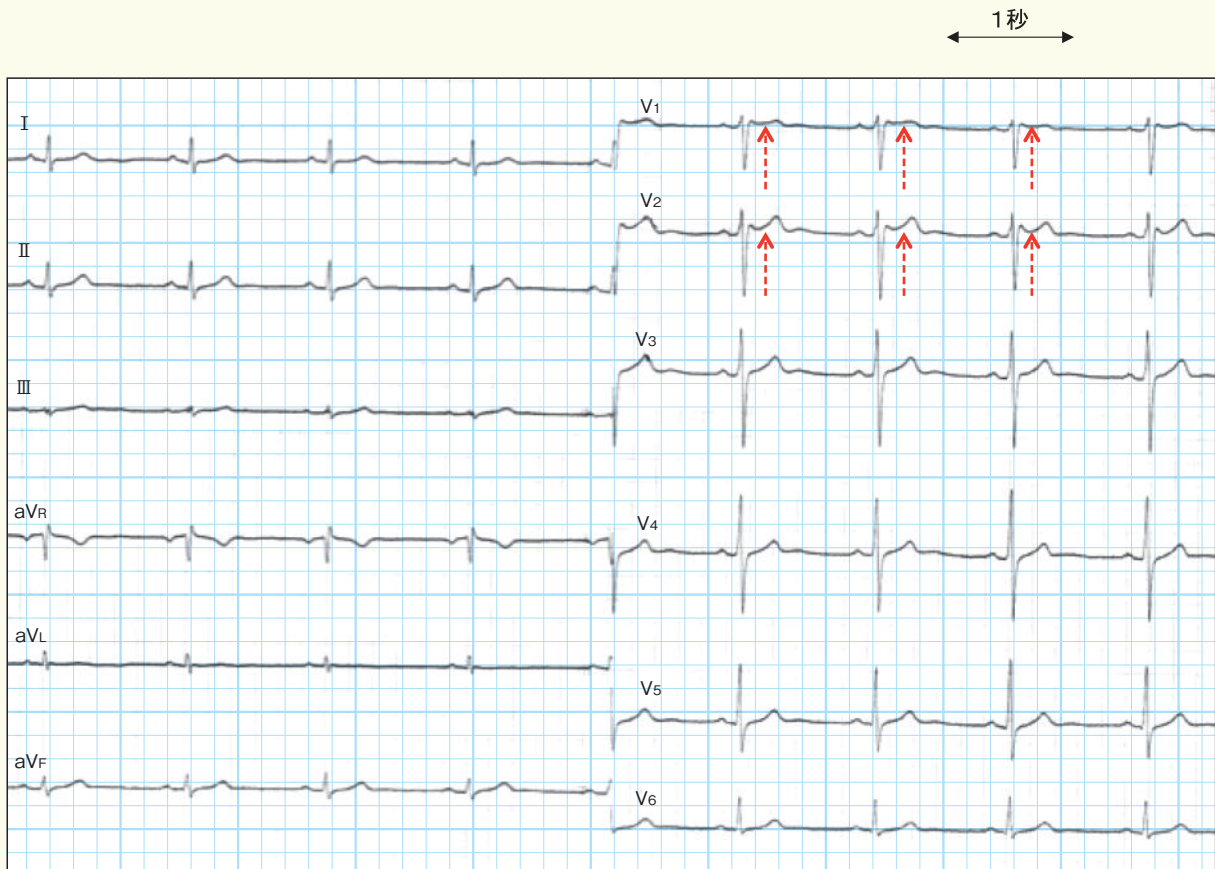
拡大波形にて、r'と陽性T波により凹型を呈するsaddleback型ST上昇(↑)が確認される。ST上昇は0.2 mV程度で、**Brugada型心電図type 2**と診断される。

# Brugada sign-9 Question



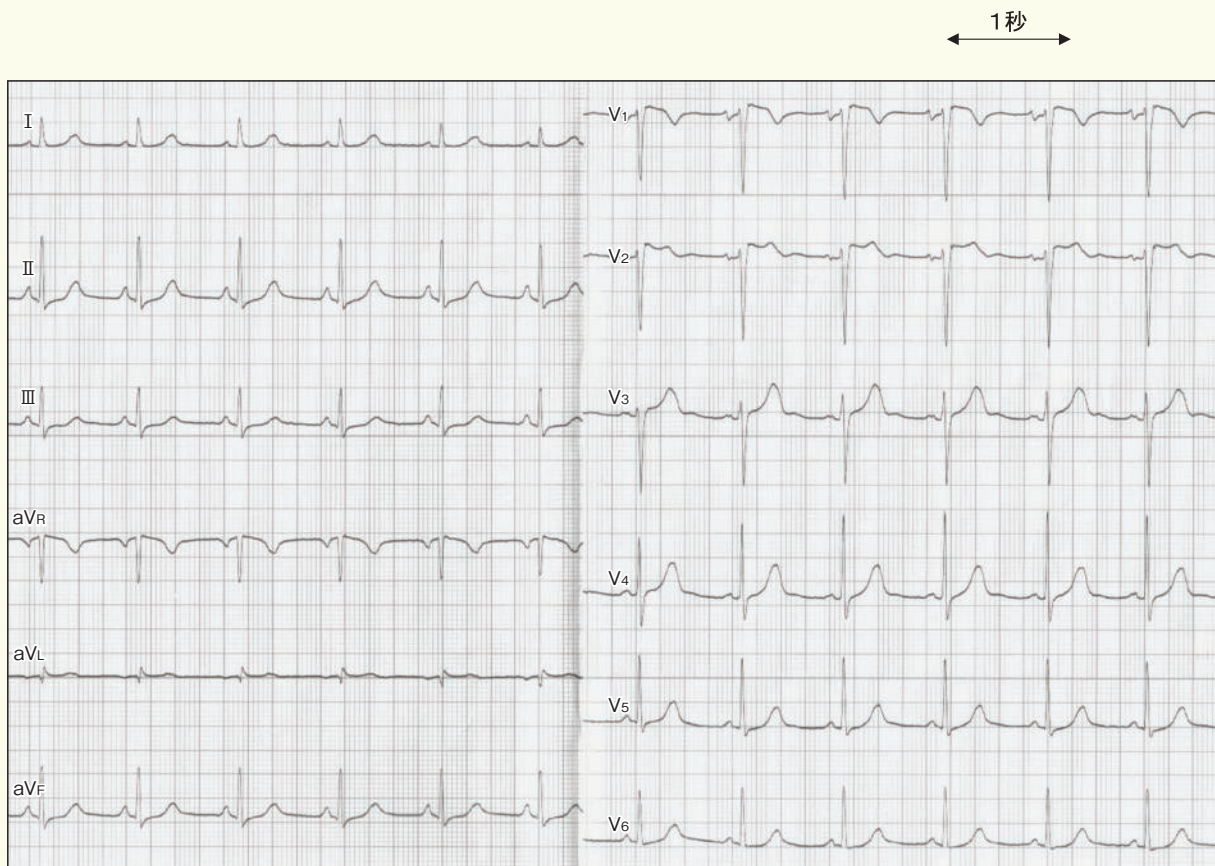
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
20代の男性。健診時の心電図。

# Brugada sign - 9 Answer



V<sub>1</sub>およびV<sub>2</sub>誘導のST部分はr'波と陽性T波によって凹型 (saddleback型) を呈しているが、ST上昇はほとんどなく、0.1 mVに満たない (↑)。このような場合にはBrugada型心電図type 3に分類する。Brugada症候群においては、日内・日差変動があるため、日によってtype 1からtype 3まで様々な波形を示す可能性がある。そのため、定期的な心電図記録による経過観察が必要である。

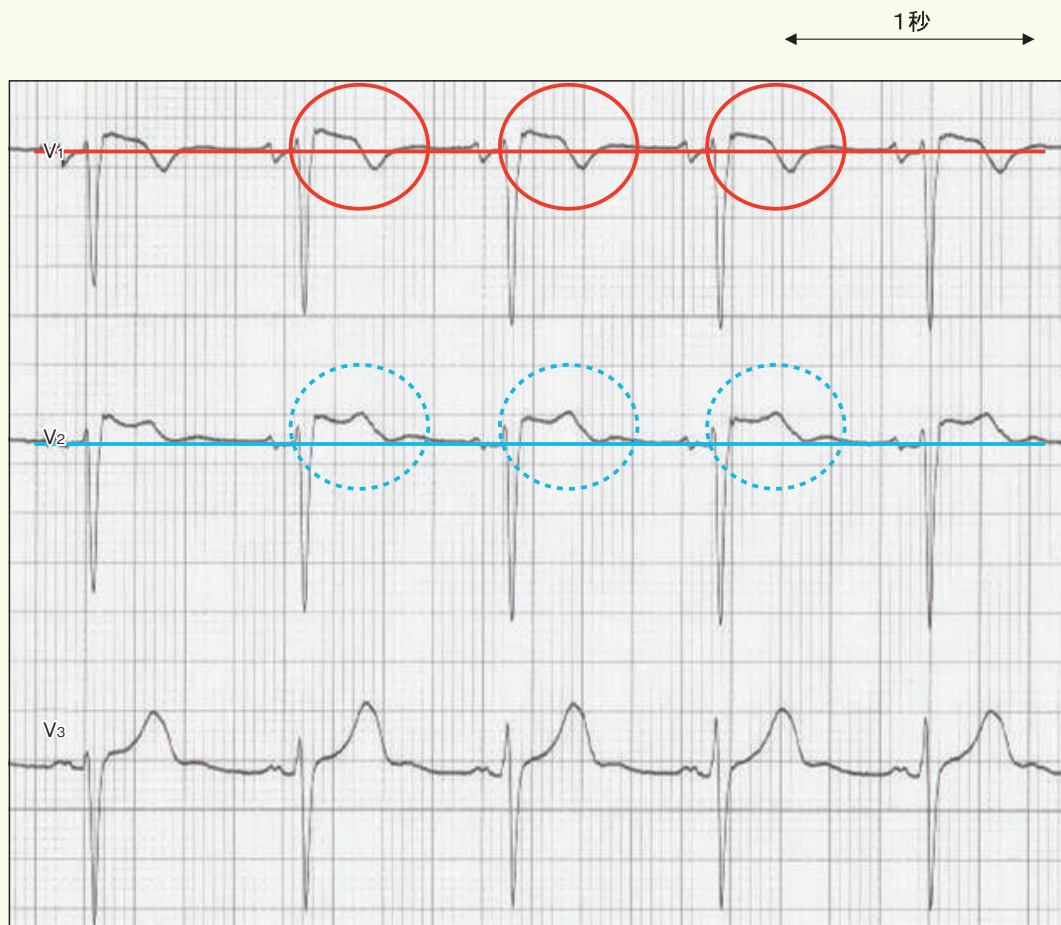
# Brugada sign - 10 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

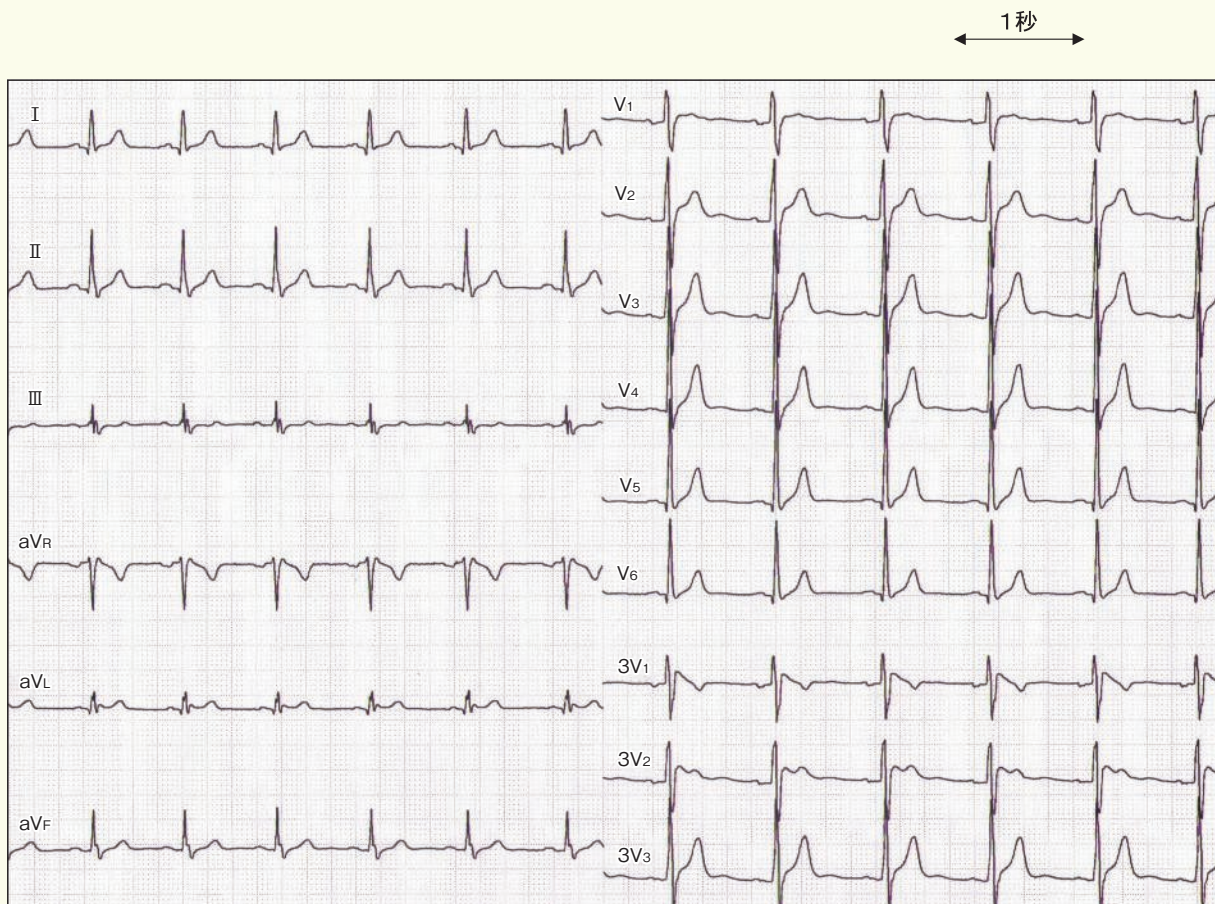
30代の男性。Brugada症候群疑いにて経過観察中の記録。

# Brugada sign - 10 Answer



V<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>誘導を拡大してみると、V<sub>1</sub>誘導ではtype 1、V<sub>2</sub>誘導ではtype 2の波形を示している。経過観察中はこのようなパターンを示す例は少なくない。しばしば肋間を変えて記録したり、ピルシカイニド負荷試験を行ったりして、評価を進める必要がある。

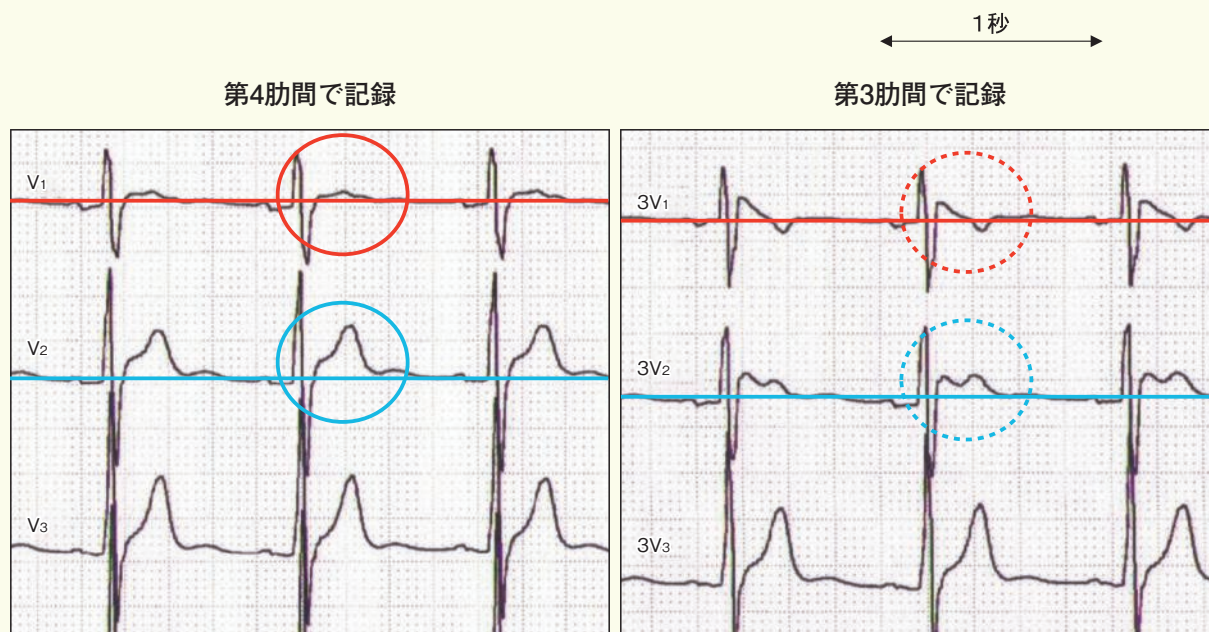
# Brugada sign - 1 1 Question



15誘導を四肢6誘導と胸部9誘導に分けて連続記録。  
20代の男性。健診にて心電図異常を指摘されて来院。

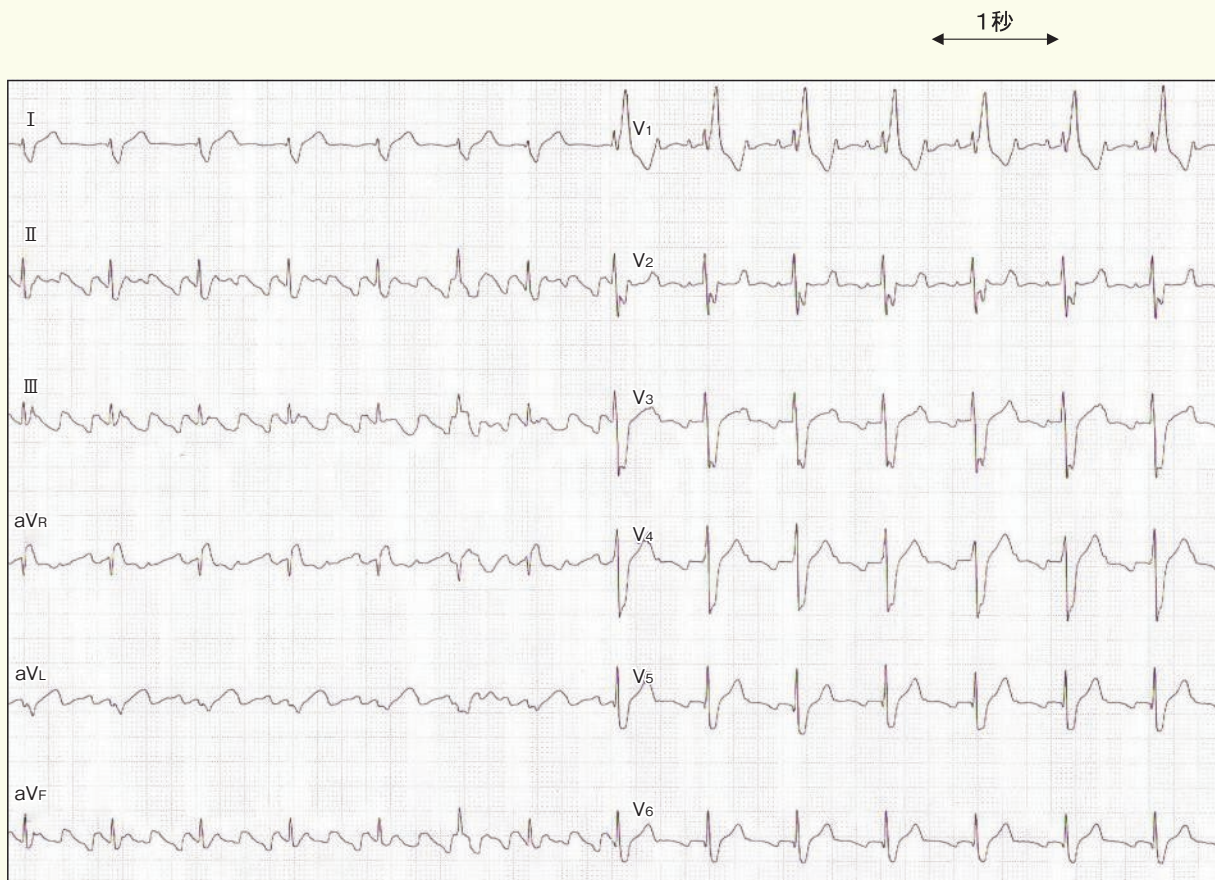


# Brugada sign - 11 Answer



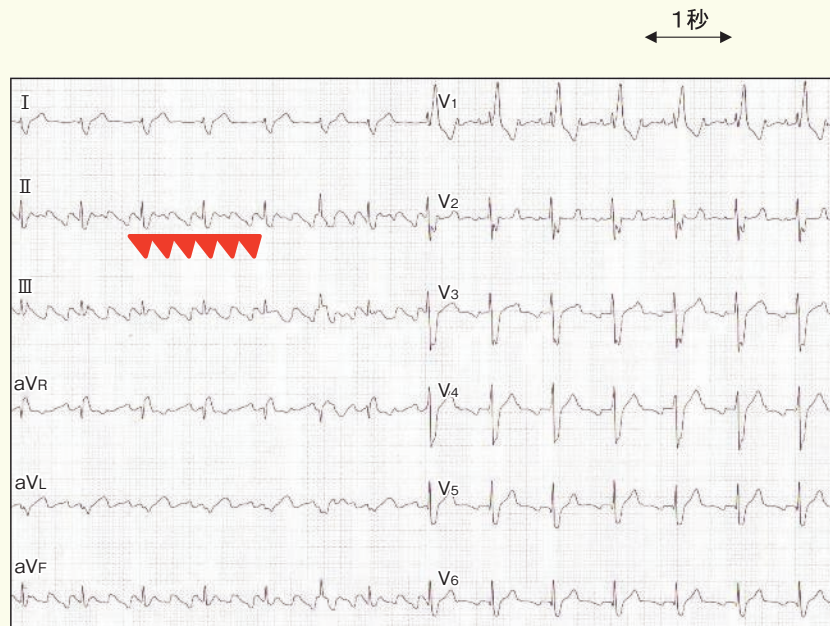
V<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>誘導を拡大して比較すると、第4肋間記録ではV<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導とも軽度のST上昇を認めるのみであるが、第3肋間記録においてはV<sub>1</sub>誘導でcoved型、V<sub>2</sub>誘導ではsaddleback型のST上昇を示している。Brugada症候群を疑って経過をみる必要がある所見の一つである。

# Brugada sign - 12 Question

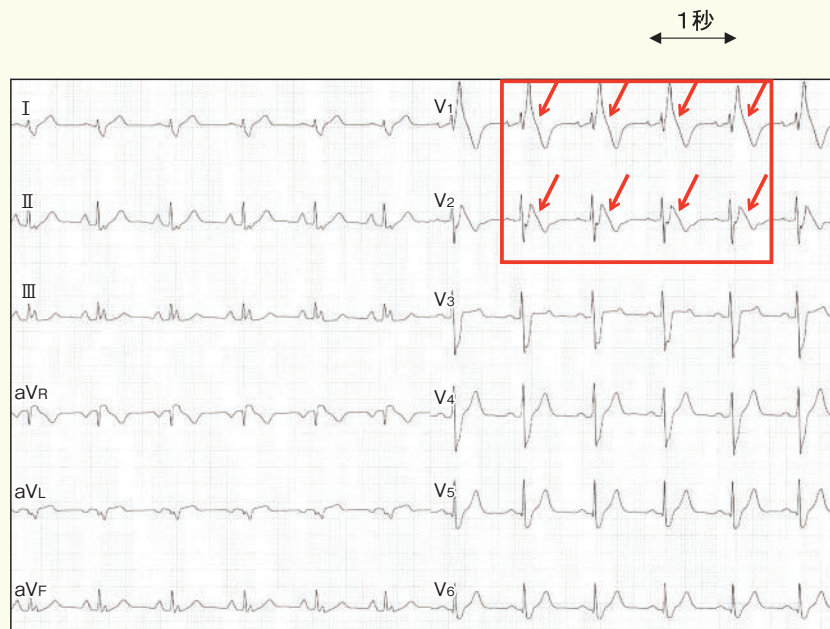


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
40代の男性。健診時の不整脈を指摘されて来院。

# Brugada sign - 12 Answer

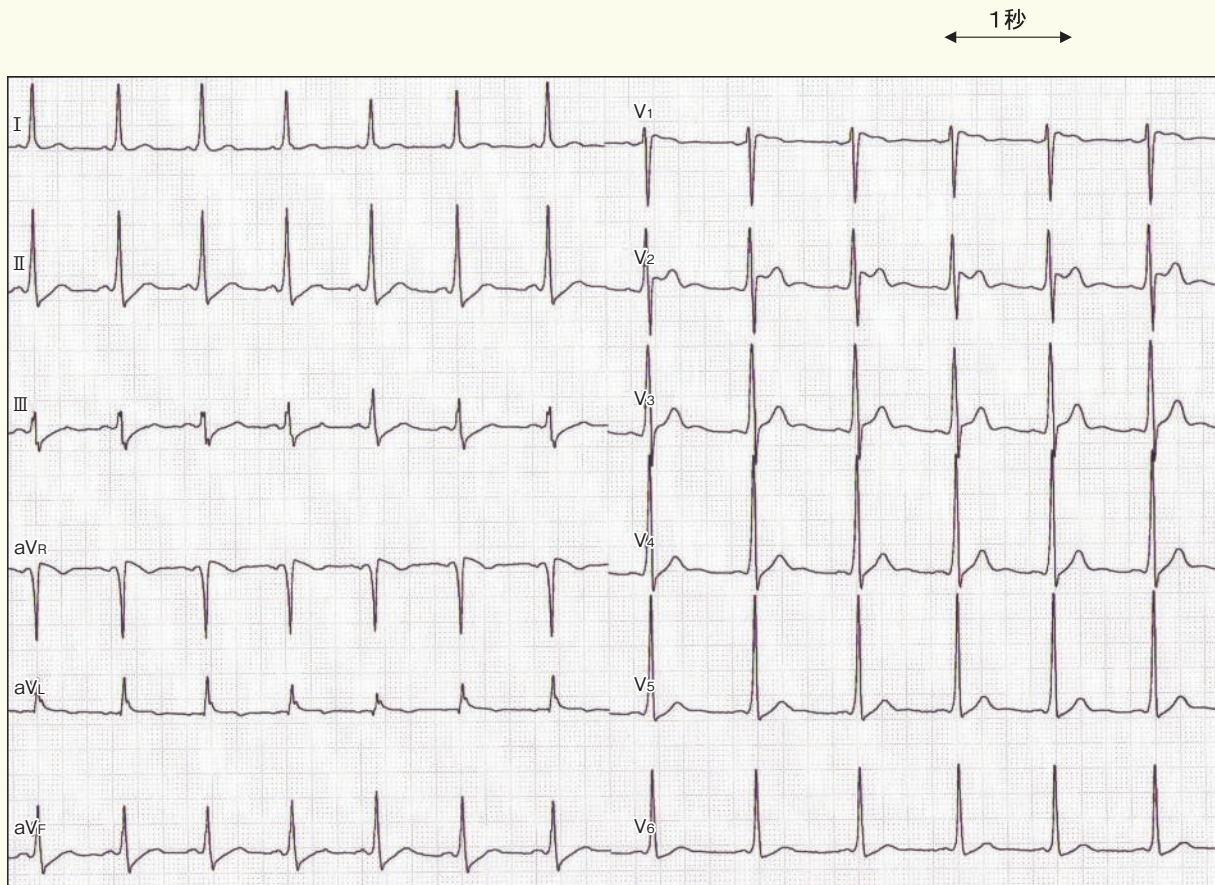


基本調律は心房粗動で、多くは3対1伝導（一部、2対1）を示している。QRS波形は完全右脚ブロックで高度右軸偏位を伴い、ヘミブロックの所見である（▼）。本例において、心房粗動に対するカテーテルアブレーション治療を行ったところ、次のような心電図を呈した。



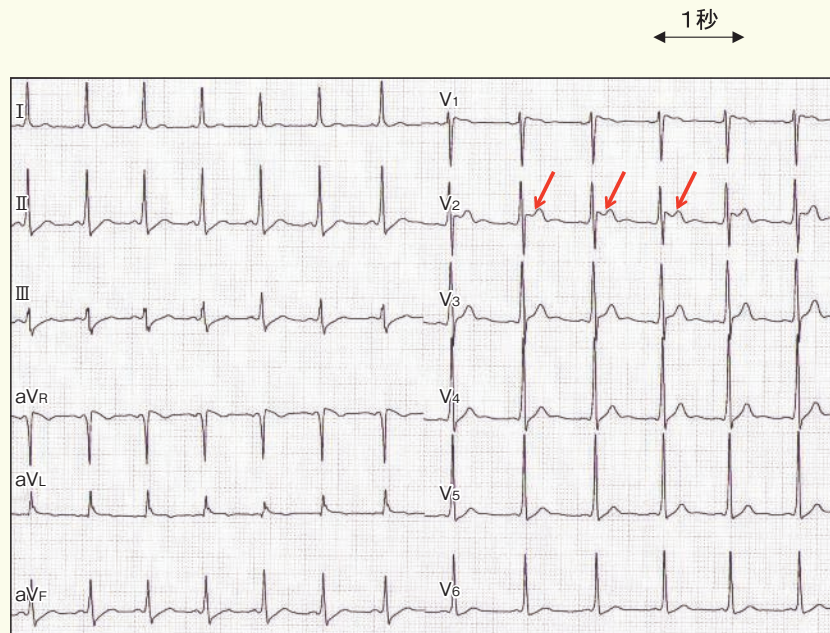
カテーテルアブレーション後の心電図記録をみると、心房粗動は停止し洞調律化している。完全右脚ブロックの所見はアブレーション前と変わらないが、V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導の波形が大きく変化し、coved型ST上昇を伴うBrugada型心電図type 1を呈した（↓）。心房粗動が停止し、Brugada型心電図が顕在化したものと考えられる。

# Brugada sign - 13 Question

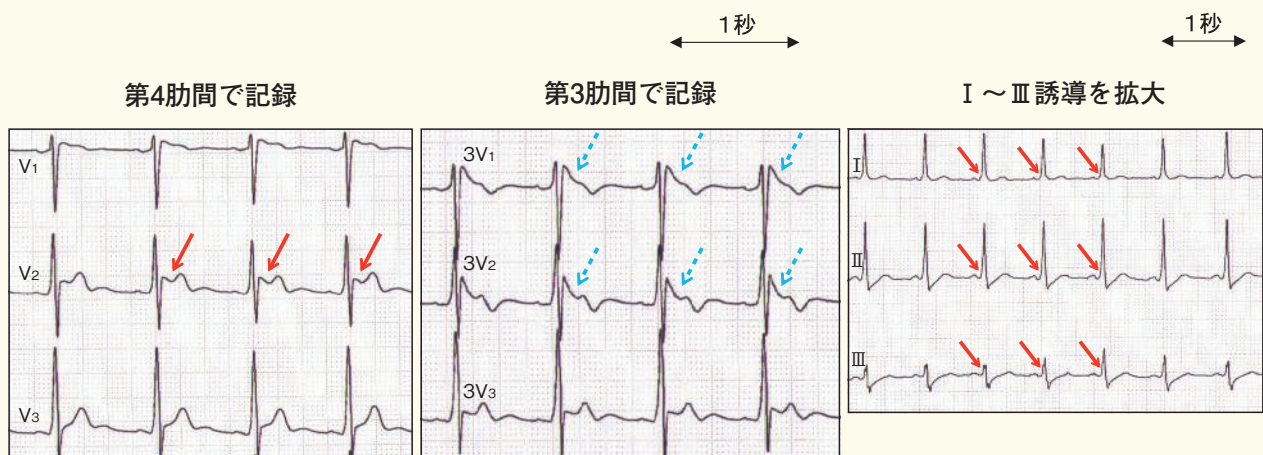


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
20代の男性。健診にて心電図異常を指摘されて来院。

# Brugada sign - 13 Answer

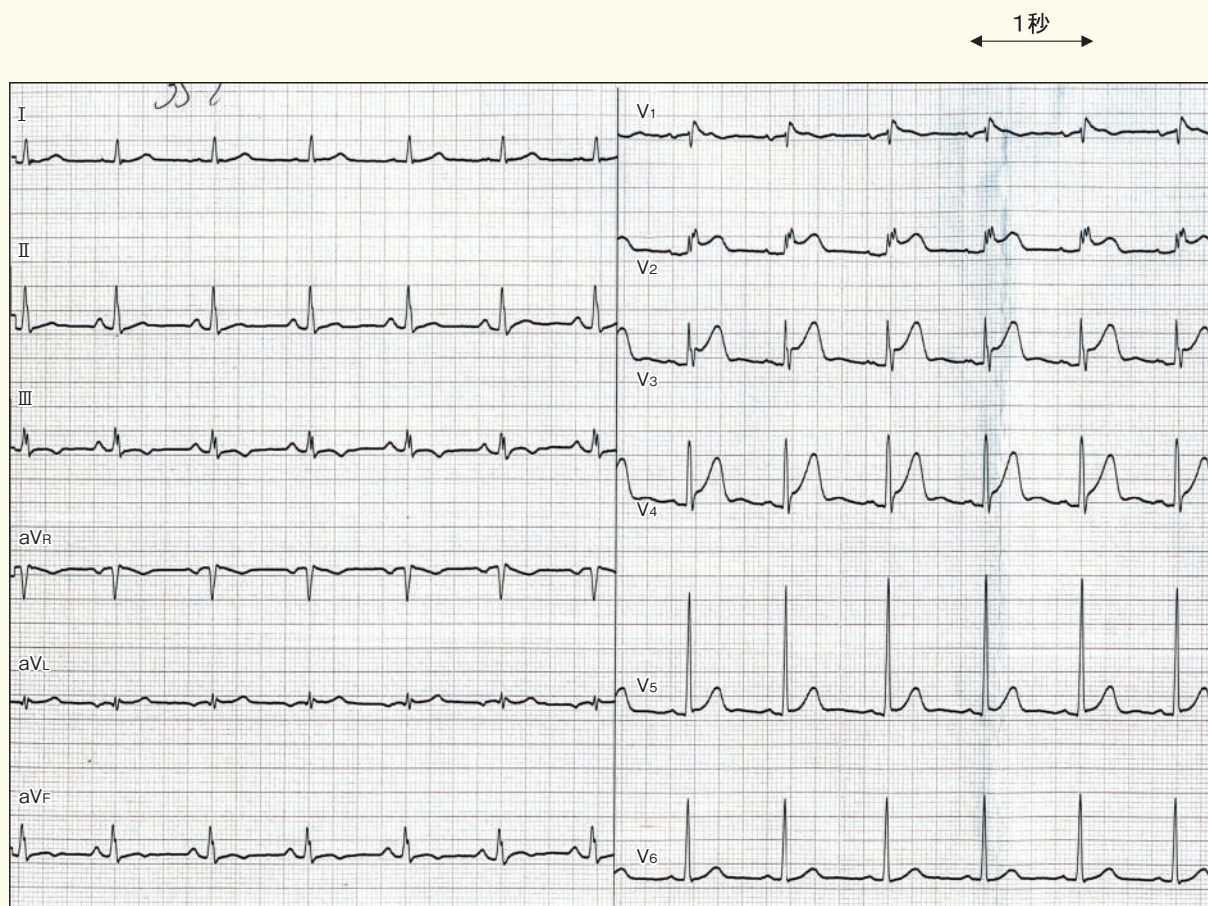


V<sub>2</sub>誘導においてBrugada型心電図type 2の所見が認められる(↓)。



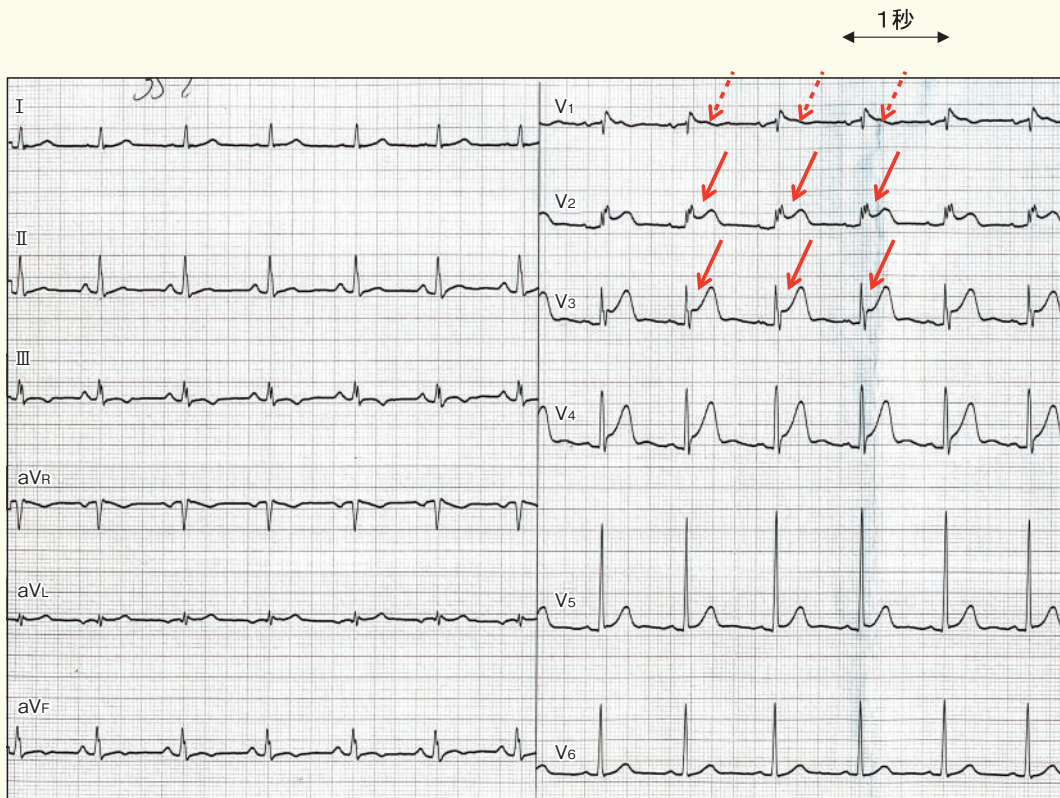
V<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>誘導を拡大して比較すると、第3肋間記録ではV<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導でtype 1の波形が確認され(↓)、Brugada症候群が強く示唆された。さらにI～III誘導を拡大すると、QRSの立ち上がりにδ波と考えられる緩徐な波が確認され(↓)、WPW症候群であると判断される。Brugada症候群とWPW症候群が併存する極めてまれな症例と考えられる。

# Brugada sign - 14 Question

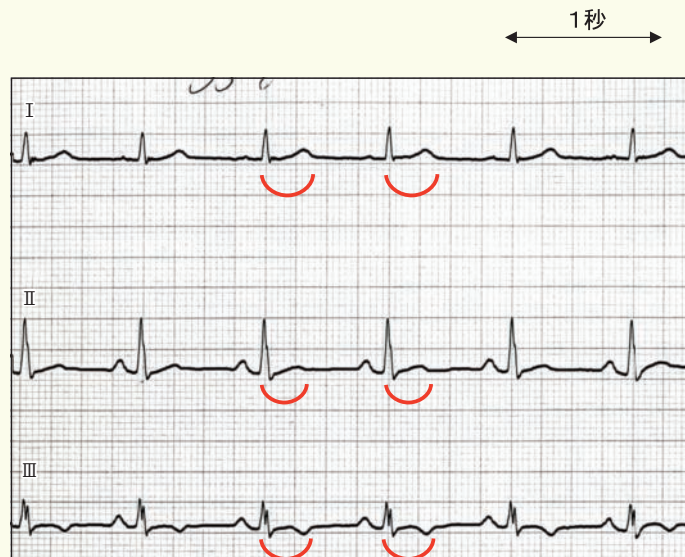


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
30代の男性。健診時の記録。

# Brugada sign - 14 Answer

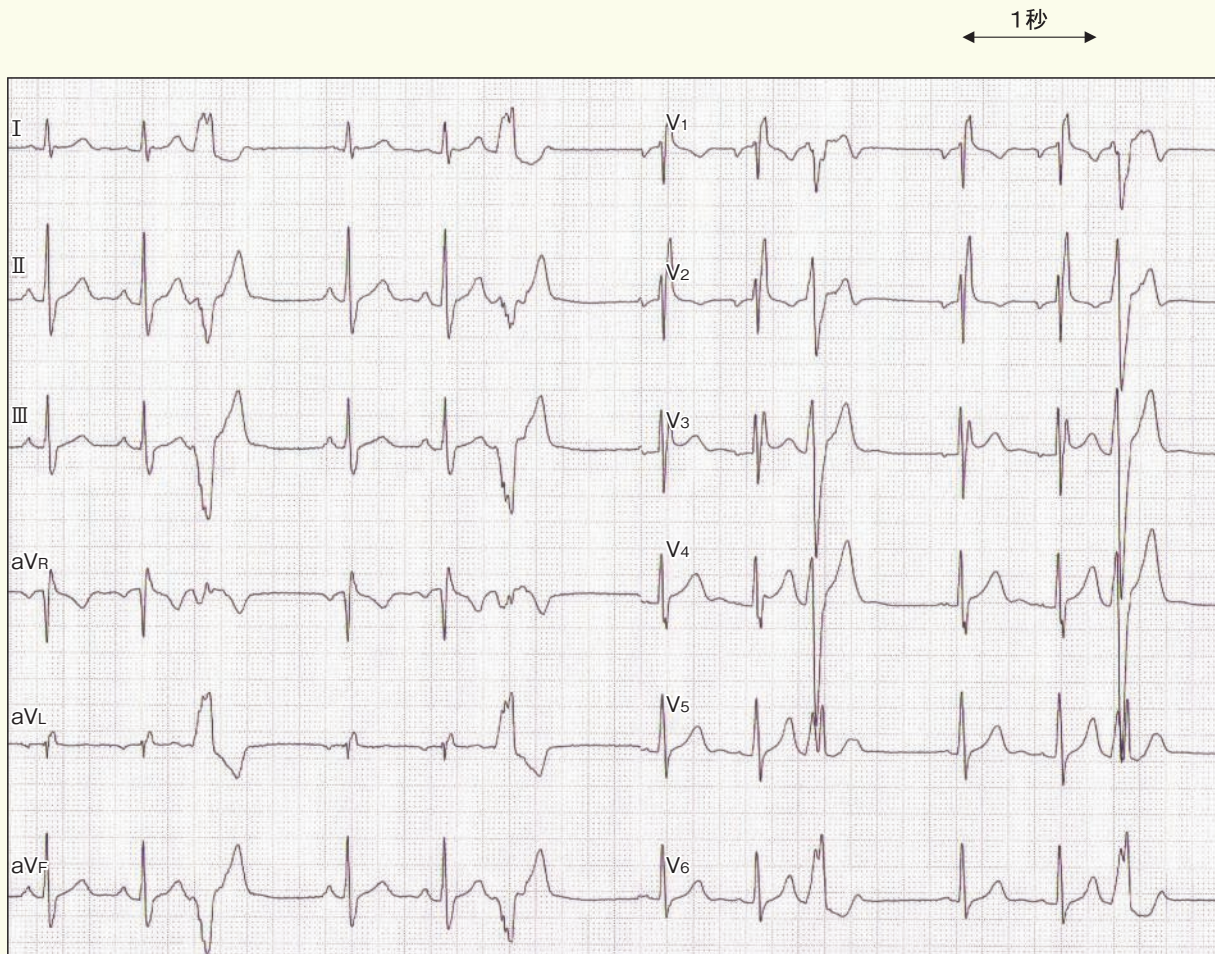


V<sub>1</sub>誘導でtype 1 (↓)、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>誘導でtype 2 (↓) のBrugada型波形がみられる。



一方、本例ではQT時間も注目される。I～III誘導を拡大してみると、QT時間は短いところで0.29秒、長いところでも0.31秒程度であり(⤿)、QTcは0.32～0.34でQT短縮症候群と判断される。J波症候群、早期再分極症候群とともに、特発性心室細動類縁疾患として注目されている病態で、本例のようにBrugada症候群に合併してみられる例もあることから、何らかの遺伝子変異の関与を含めて、両者の関連性にも関心が寄せられている。

# Brugada sign - 15 Question

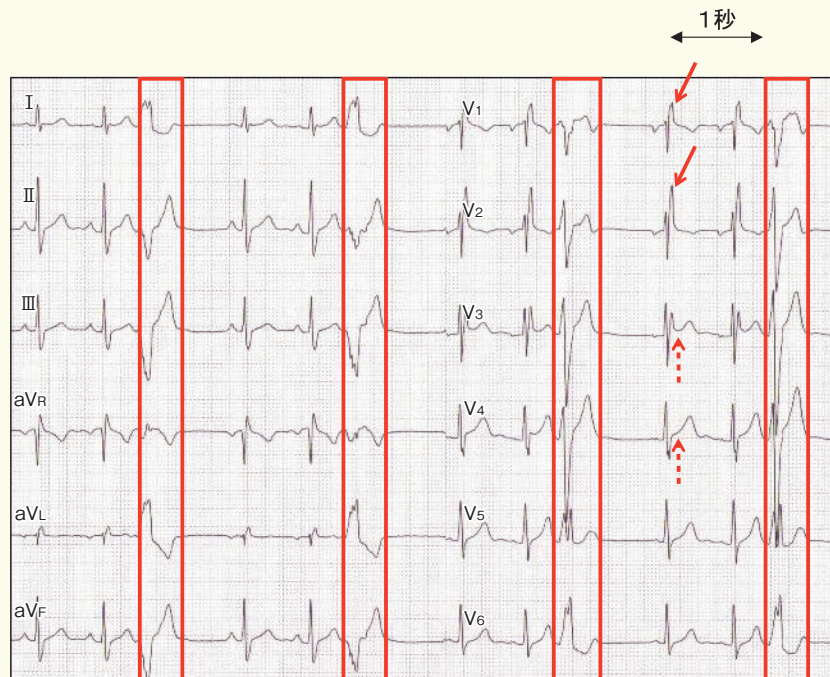


12誘導を6誘導ずつ連続記録。

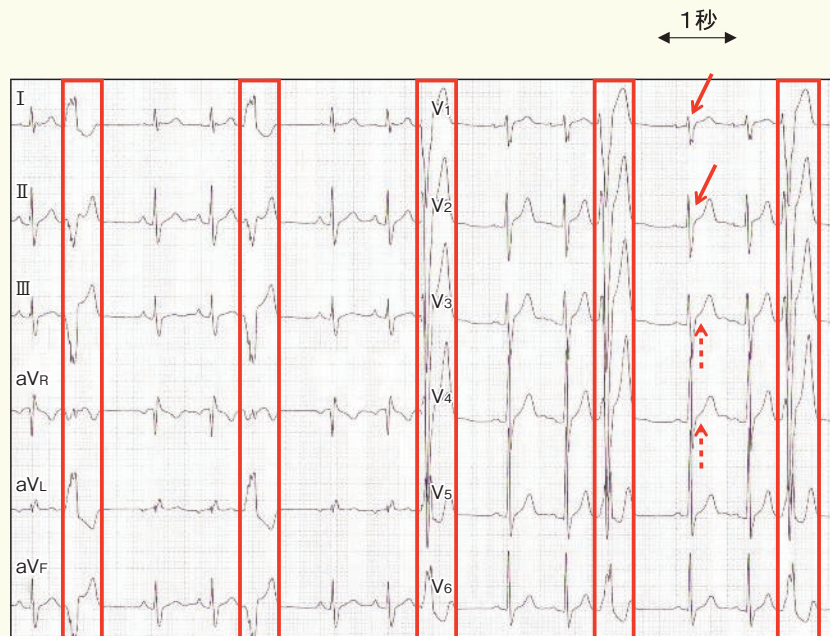
21歳、男性。動悸と立ちくらみを主訴に来院した。



# Brugada sign - 15 Answer

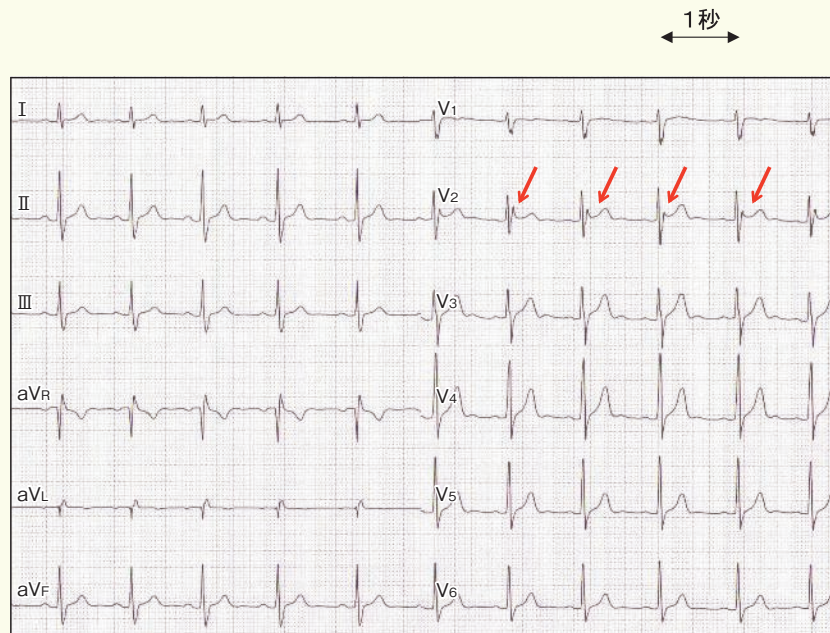


完全右脚ブロックと心室期外収縮の3段脈 (□) と診断される。V<sub>3</sub>、V<sub>4</sub>誘導で多少のST上昇がみられるが (↑)、Brugada症候群のようではなく、当時は右室流出路起源の特発性心室期外収縮として経過をみることにしていた。



経過観察1年後の心電図。心室期外収縮は同様に出現しているが (□)、完全右脚ブロックは消失しており (↑)、ST-Tの異常もみられなくなっている (↑)。

# Brugada sign - 15 Answer



経過観察5年後の心電図。V<sub>2</sub>誘導でtype 2のBrugada型心電図がみられる(↓)。長期の経過観察中に、Brugada型心電図が確認された例である。近年、右脚ブロックによってBrugada型心電図波形がマスクされるとの報告があり、興味深い所見である。

## 第Ⅲ章

# J(ジエイ)波

## J (ジェイ) 波がみられる心電図

### J (ジェイ) 波とは？

- \*QRS終末部、ST部分への移行部であるJ点 (ST junction) に現れる低周波の小さな波を**J波**という。
- \*S波がなく、R波の下降脚に肩を張り出すように見える**slur型 (スラー型)**と、S波の後のJ点が上に尖った波を形成する**notch型 (ノッチ型)**に分けられる。
- \*以前は**Osborn波 (オズボーン波)**と呼ばれていたが、最近ではJ波と記述することが多い。

### J波を呈する疾患

- \*しばしばJ波の後に軽度のST上昇を伴い、後述する早期再分極と区別が難しい場合もあることから、両者を区別せず**J波症候群 (J wave syndrome)**あるいは**早期再分極症候群 (early repolarization syndrome)**と総称することも多い。
- \*心電図でJ波を認める例で心室細動を起こす場合があることが報告され、器質的心疾患のない特発性心室細動との関連が注目されている。
- \*J波の詳細な成因はよくわかっていないが、一過性外向き電流 ( $I_{to}$ ) が関与し、低体温の際などに出現することが知られている。

## キーワード

QRS波の直後

## どこをどうみるか

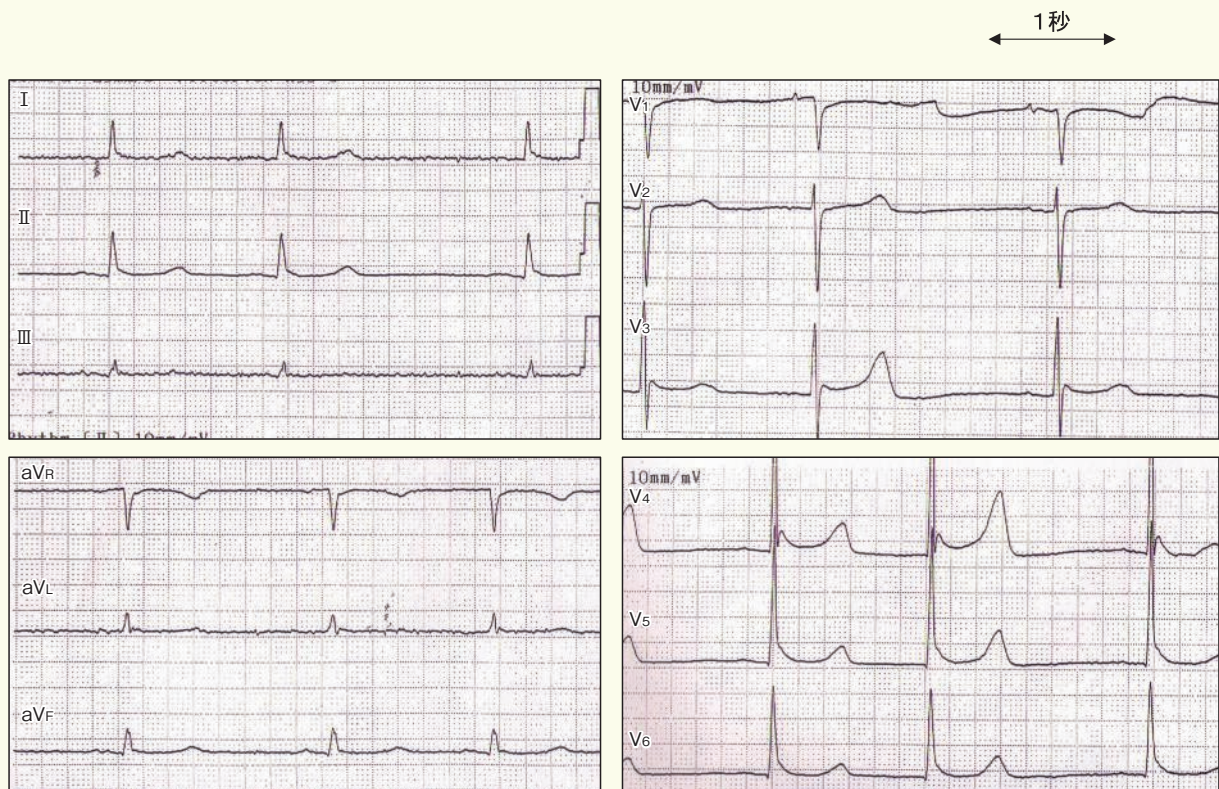
J波 (Osborn波) : J点 (QRS終末部のS波からST部分への移行部) の上昇による比較的low周波の波

## 波形異常と不整脈の関係

J波 ⇒ 早期再分極症候群 → 心室細動

**J波がみられる心電図、  
ST junction部分に着目！**

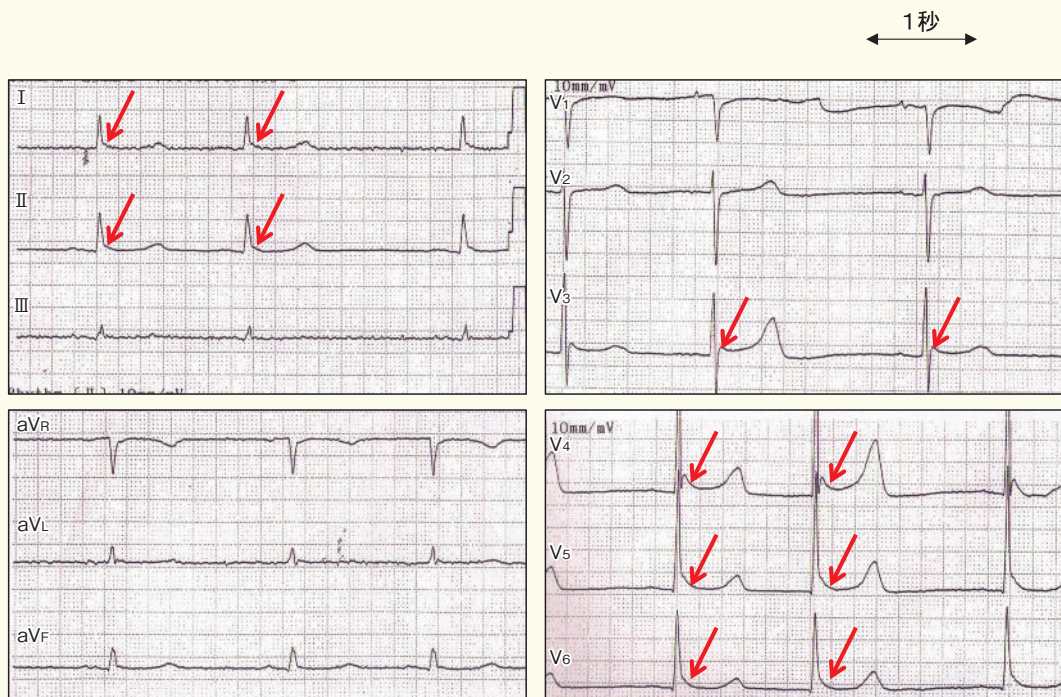
## J波 - 1 Question



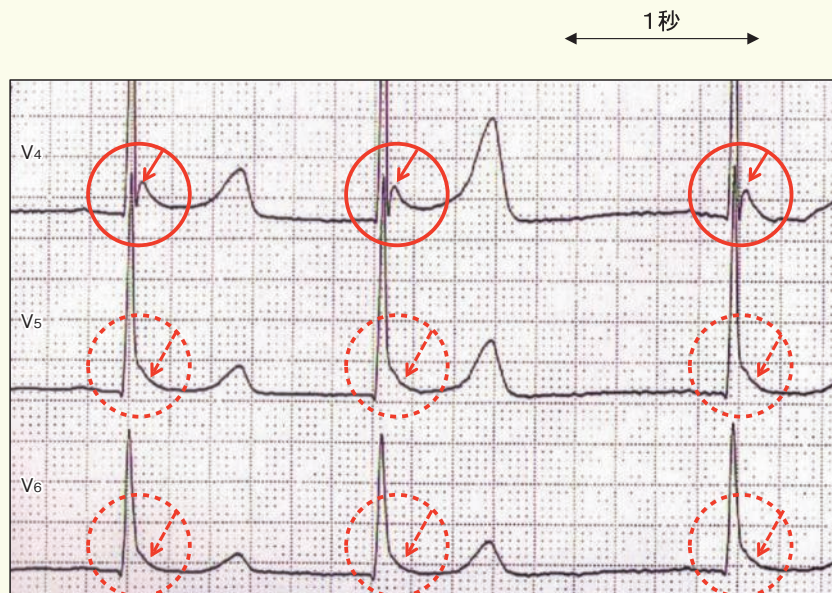
12誘導を3誘導ずつ別々に記録。

80歳の男性。冬季低体温で意識を消失し、救急搬送された路上生活者の心電図である。

# J波 - 1 Answer



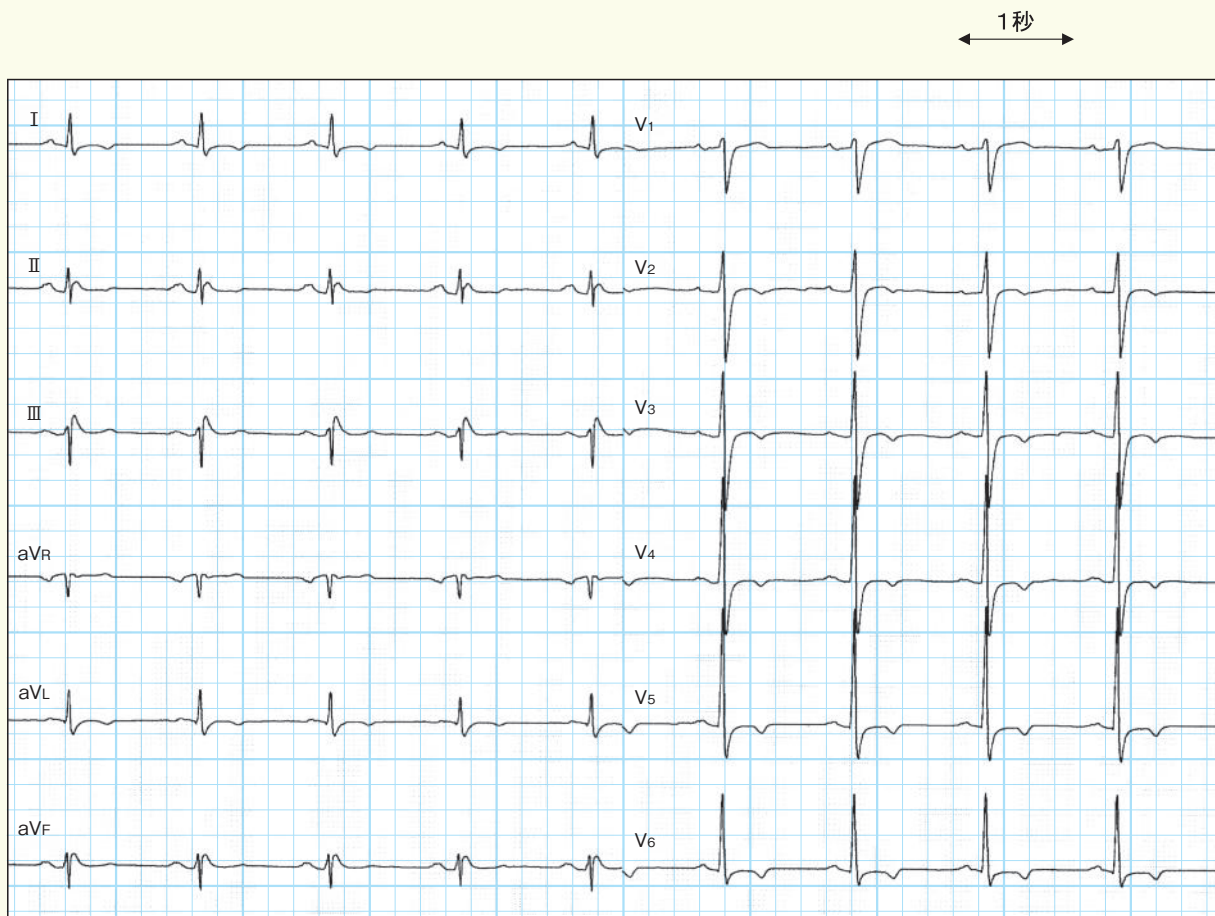
明らかなJ波が記録されており(↓)、高度の徐脈とQT延長もみられる。



V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>誘導を拡大したもので、J波の形はV<sub>4</sub>誘導ではnotch型(↓)、V<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導ではslur型(⇓)であることがわかる。いずれも脚ブロックで見られるQRSの分裂とは異なり、周波数の低い緩徐な電位変化を示すのが特徴である。



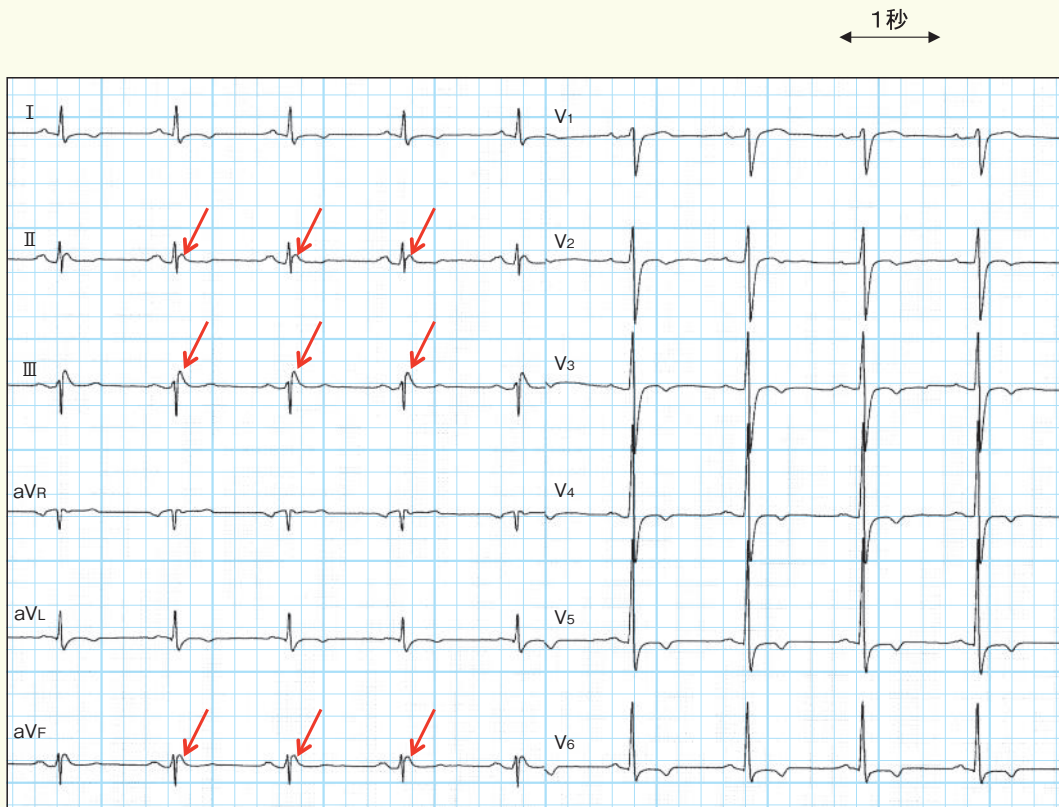
## J波 - 2 Question



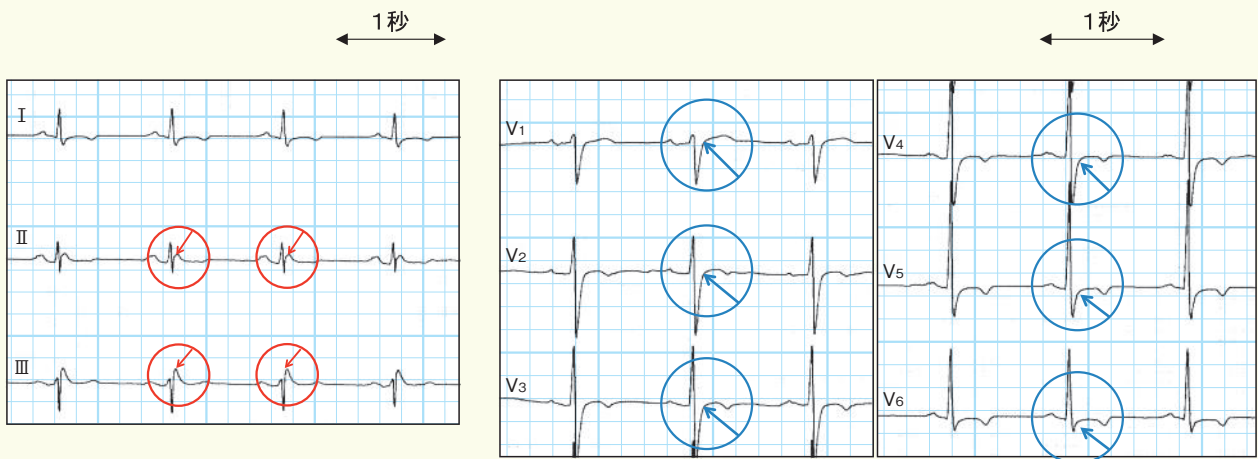
12誘導を6誘導ずつ連続記録。

30歳の男性。器質的心疾患のない、心室細動蘇生例である。

# J波 - 2 Answer

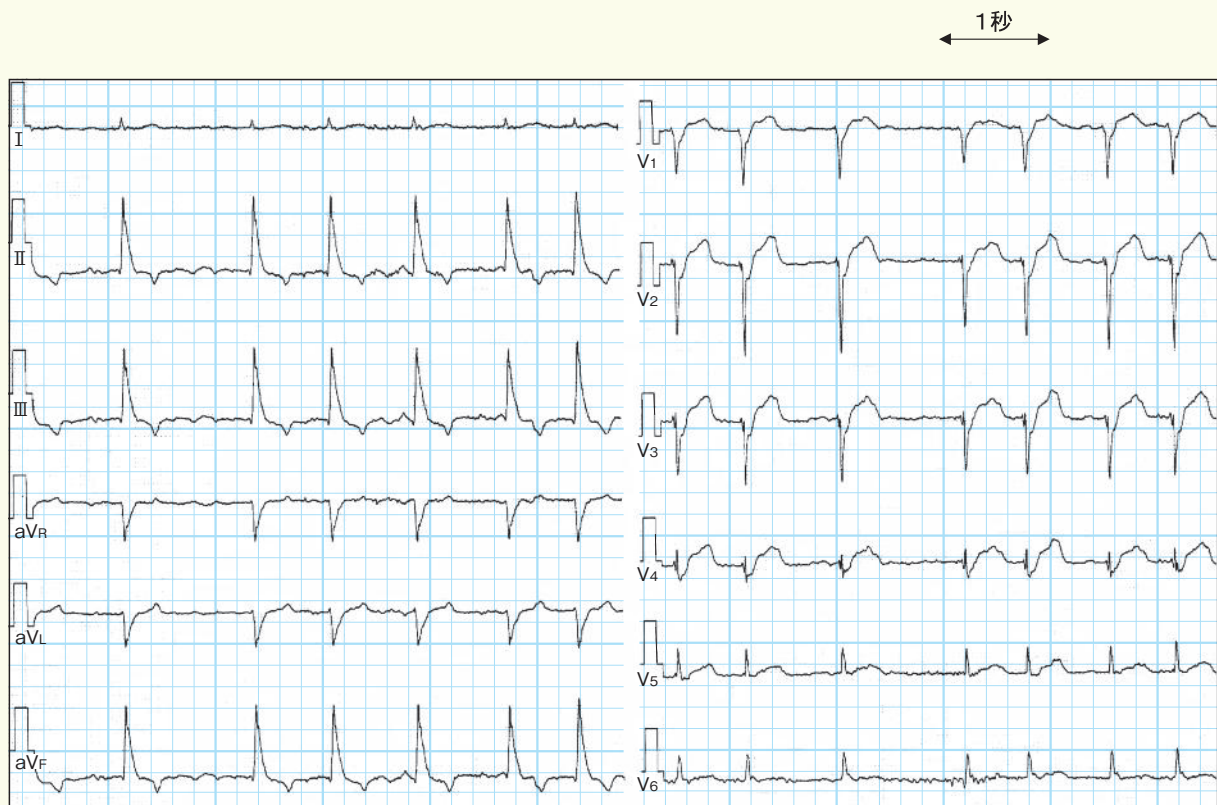


I・aVL・胸部誘導で陰性T波がみられるが、冠動脈に有意狭窄はなかった。II・III・aVF誘導にJ波と思しき波が記録されている(↓)。

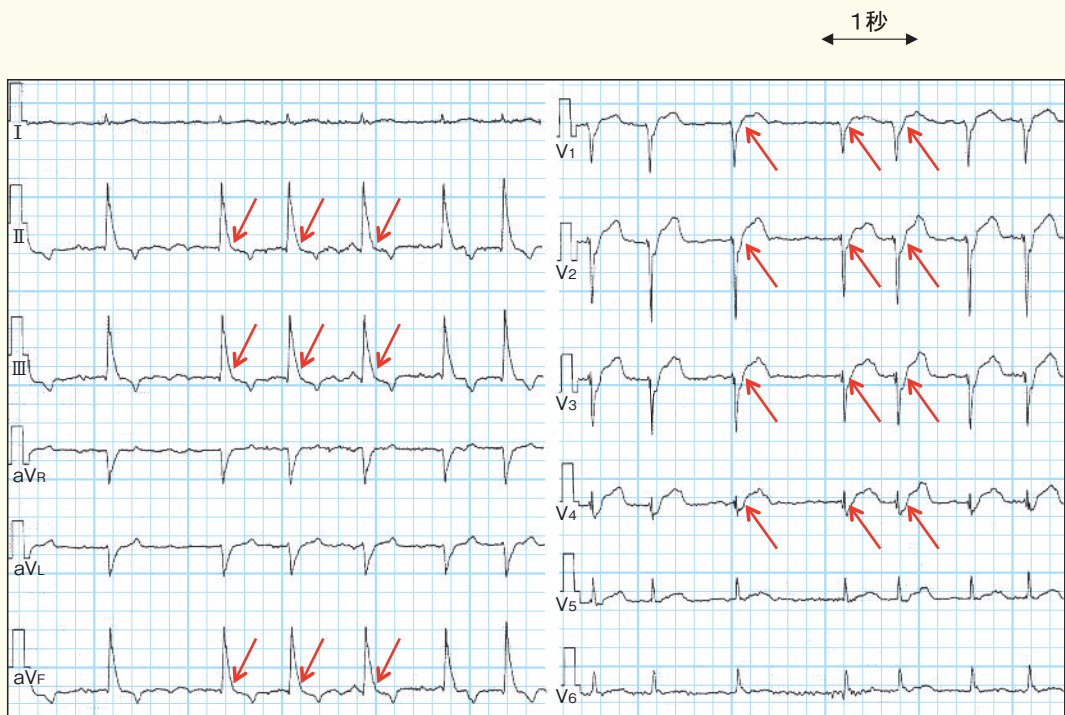


拡大波形で明らかなように、II・III誘導においてnotch型のJ波と考えられる波形が観察される(↓)。一方、胸部誘導においてQRS終末部ST junction部分にみられる緩徐な波形は、slur型の陰性J波と考えられる(↓)。

## J波 - 3 Question



# J波 - 3 Answer

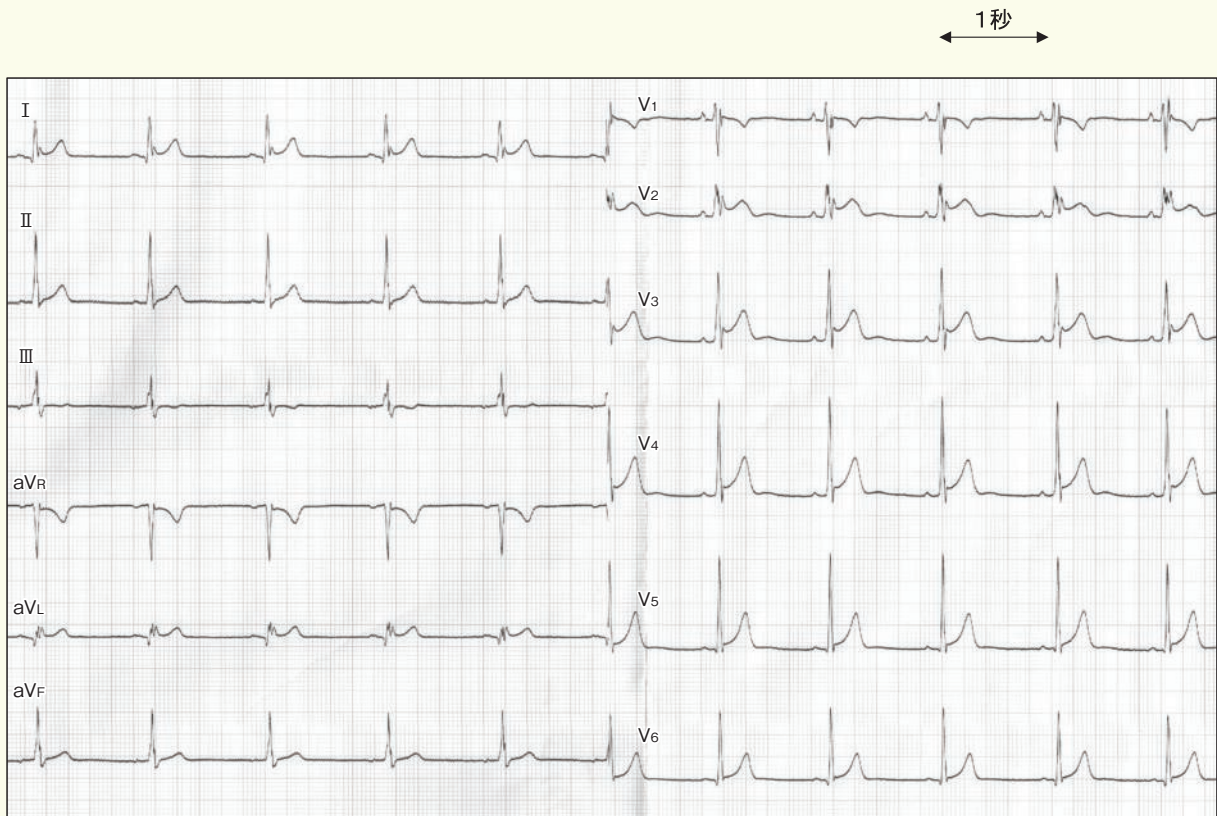


基本調律は心房細動である。特徴的なのはQRS終末部の緩徐な波で、いずれもslur型のJ波と考えられる(↓)。



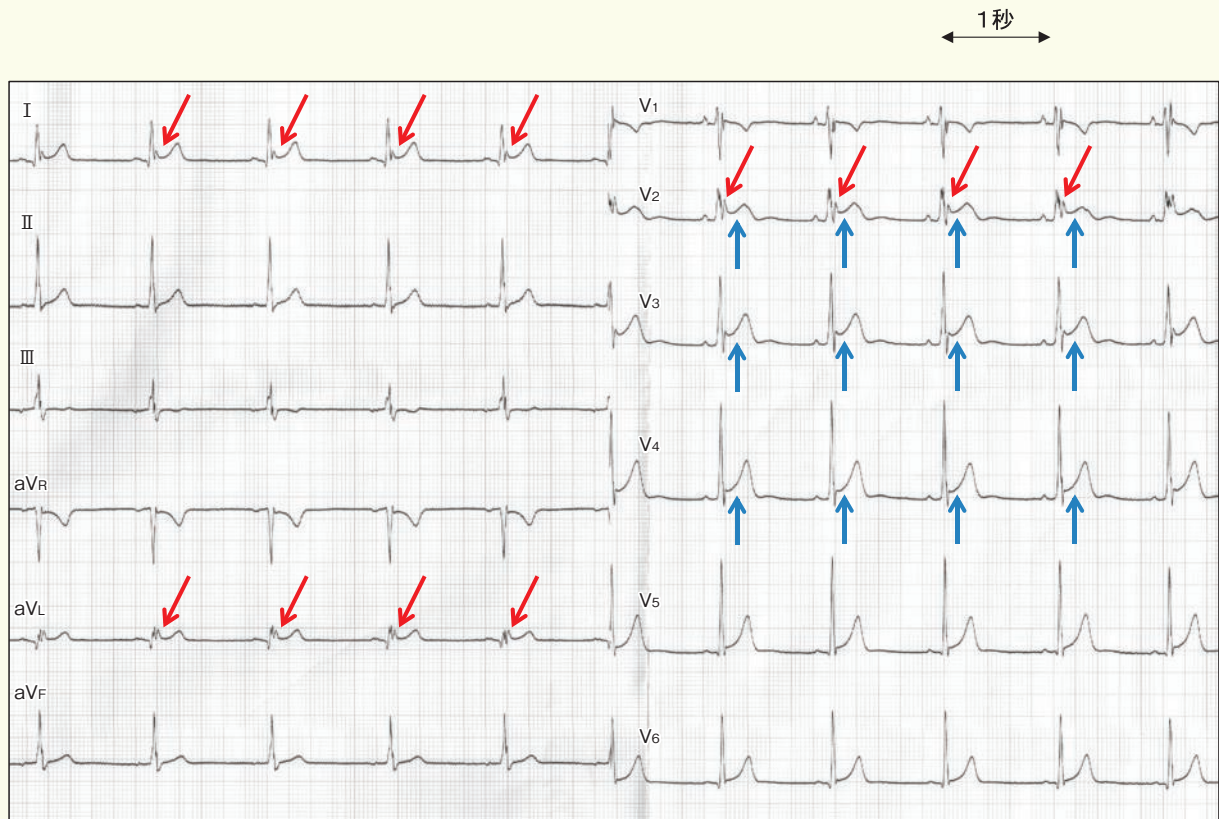
V<sub>2</sub>~V<sub>4</sub>誘導の一部を拡大した。QRSを青線で分けてみると明らかなように、前半は高周波成分、後半は低周波成分からなっており、後半の低周波成分がJ波である(↑)。

## J波 - 4 Question



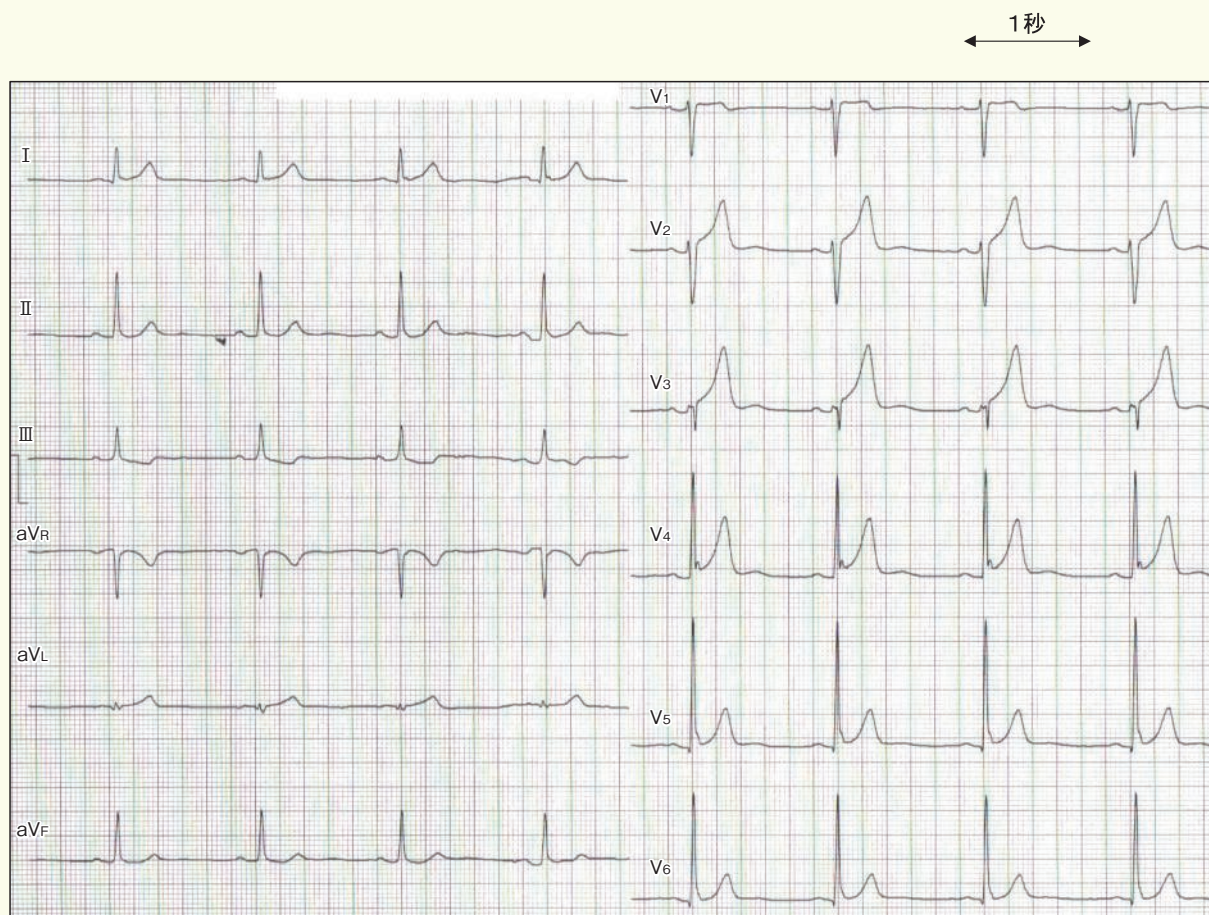
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
25歳の男性。健診時の記録。

# J波 - 4 Answer



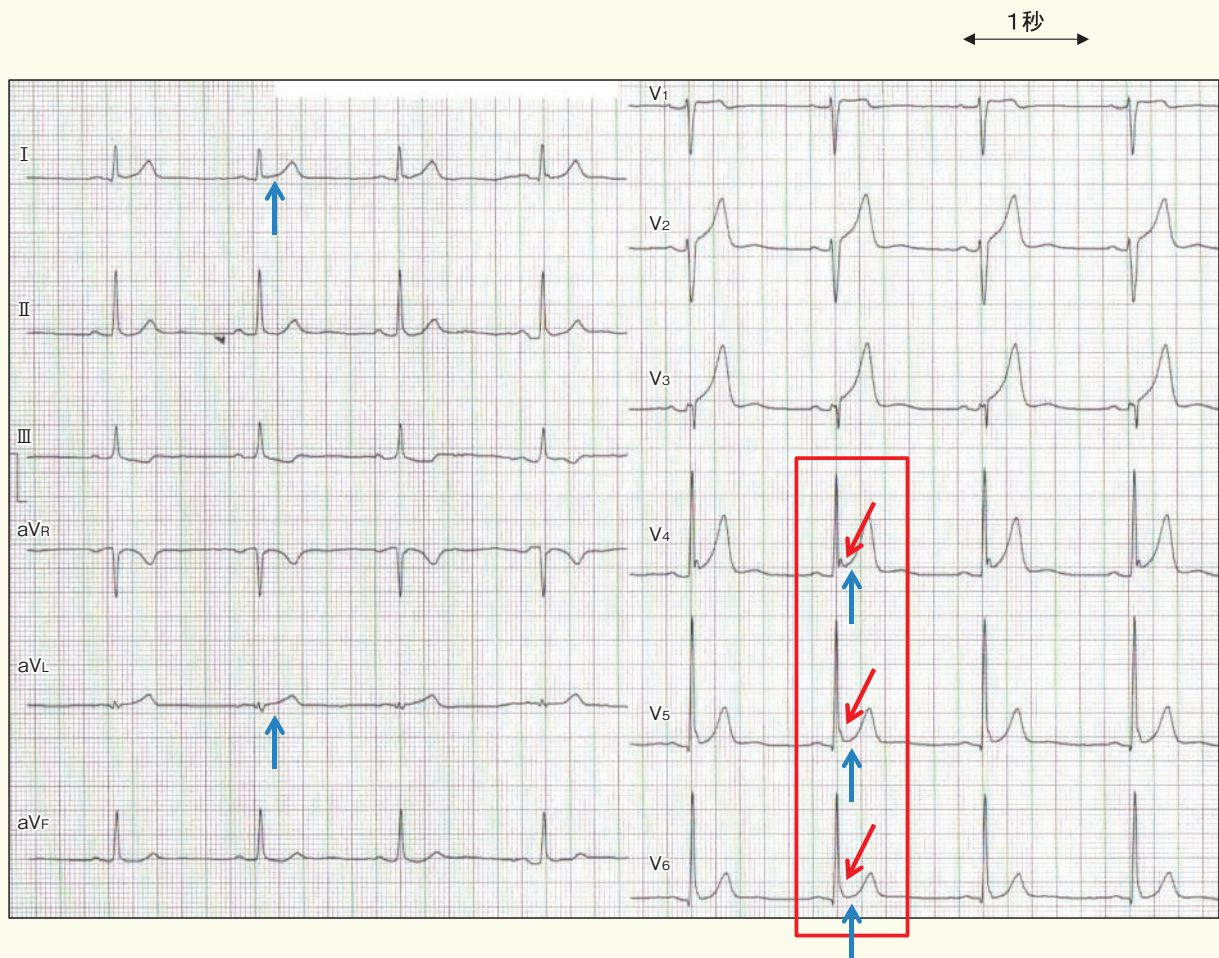
I、aVL、V<sub>2</sub>誘導でnotch型のJ波(↓)を認めるほか、V<sub>2</sub>~V<sub>4</sub>誘導では早期再分極を示唆する有意のST上昇(↑)も観察される。J波と早期再分極が同時に観察されることは少なくないが、本例のようにV<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>誘導で見られる場合はBrugada症候群との鑑別が必要である。Brugada症候群では、通常I、aVL、V<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導などの側壁誘導に特徴的波形が現れることはない。

## J波 - 5 Question



12誘導を6誘導ずつ記録。  
28歳の女性。健診時の記録。

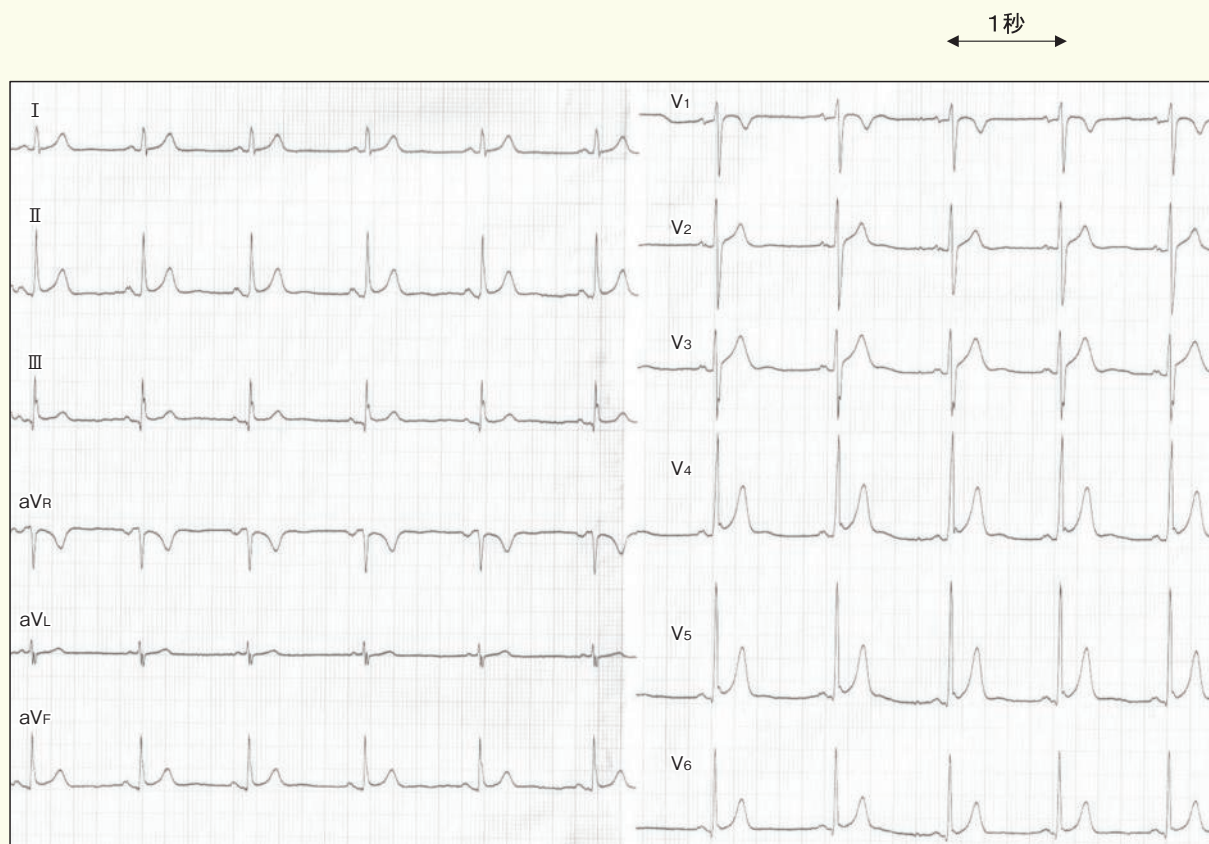
# J波 - 5 Answer



側壁誘導を中心にJ波が観察される。V<sub>4</sub>誘導はnotch型(↓)、V<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導はslur型(↓)で、いずれも早期再分極による軽度のST上昇(↑)を伴っている。なお、I、aV<sub>L</sub>誘導でも軽度のST上昇(↑)がみられる。

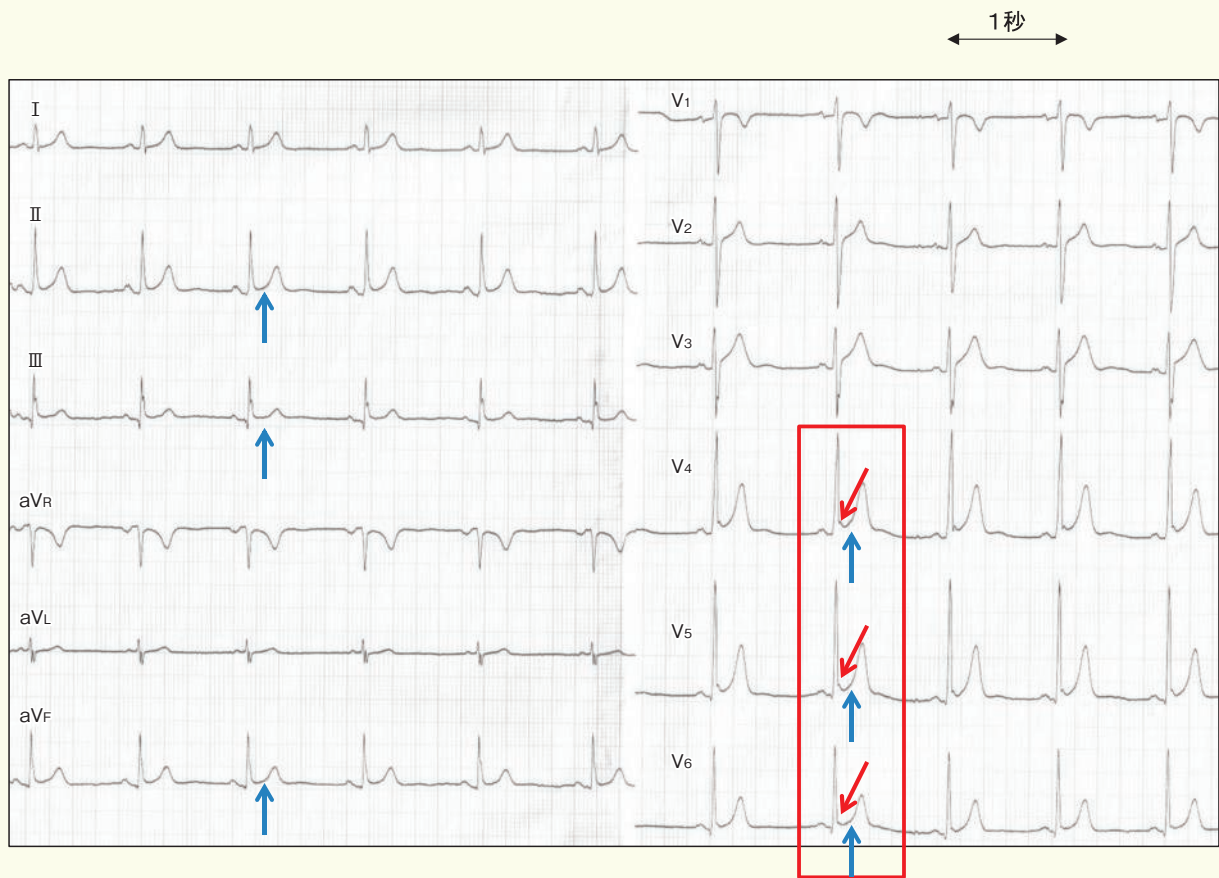


## J波 - 6 Question



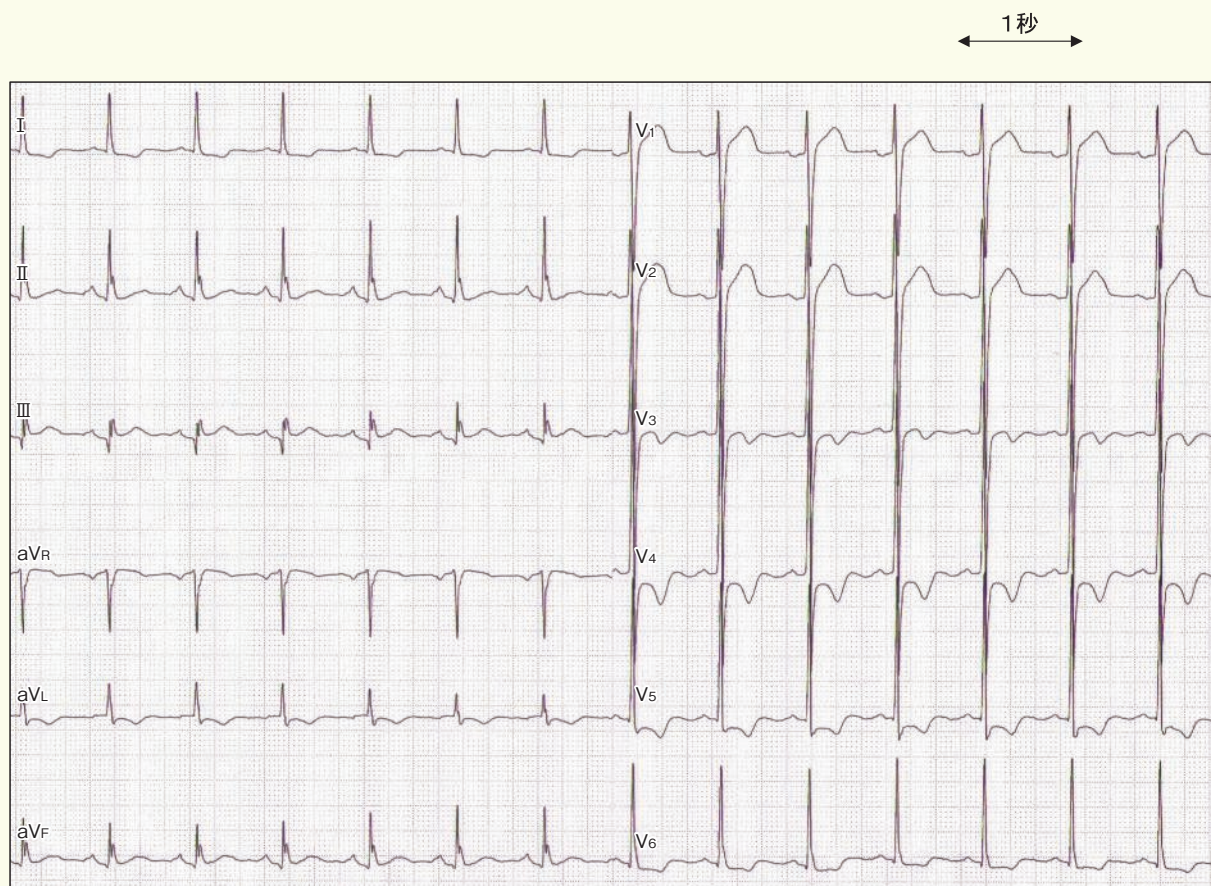
12誘導を6誘導ずつ記録。  
23歳の男性。健診時の記録。

# J波 - 6 Answer



本例でも側壁誘導を中心にJ波が観察されるが、いずれもslur型(↓)である。また下壁誘導を含み、軽度のST上昇(↑)もみられる。

## J波 - 7 Question



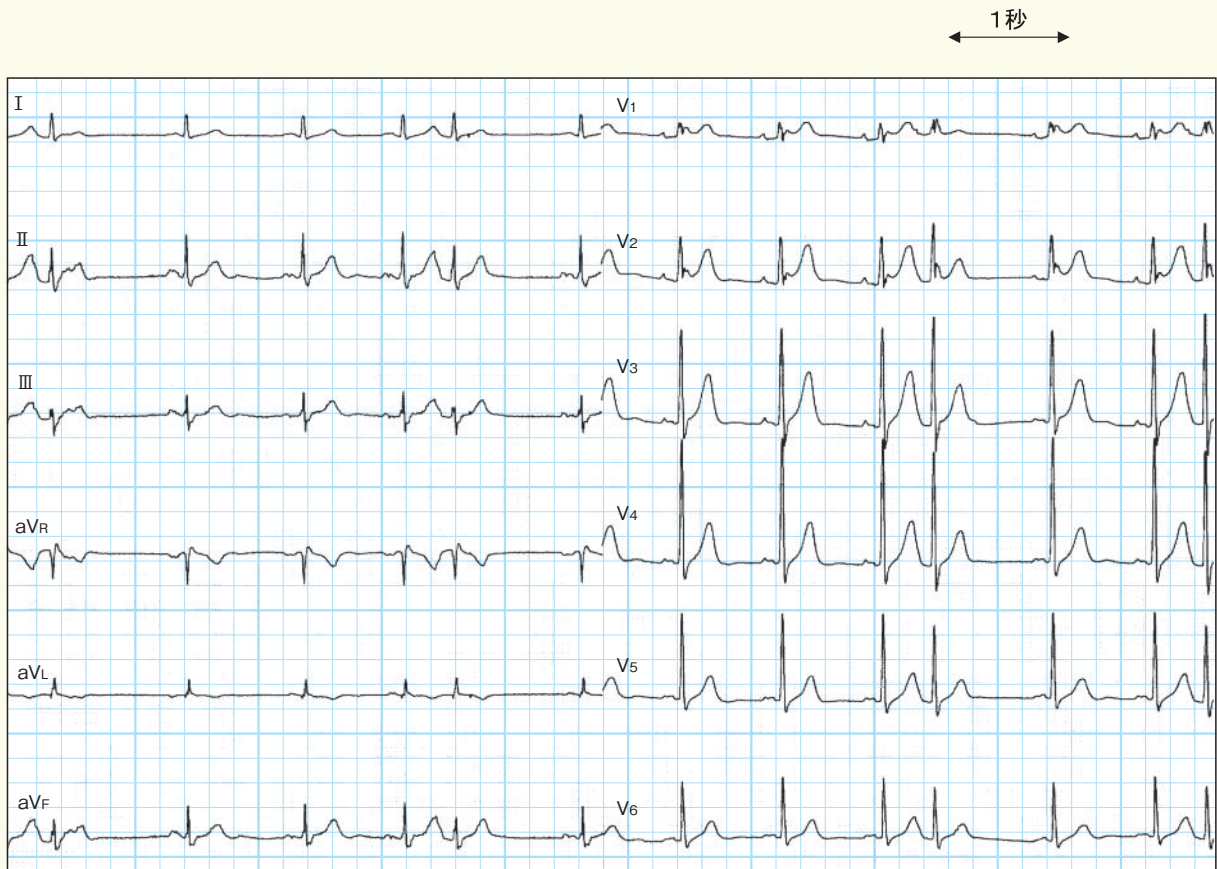
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
58歳の男性。高血圧にて受診した際の記録。

# J波 - 7 Answer



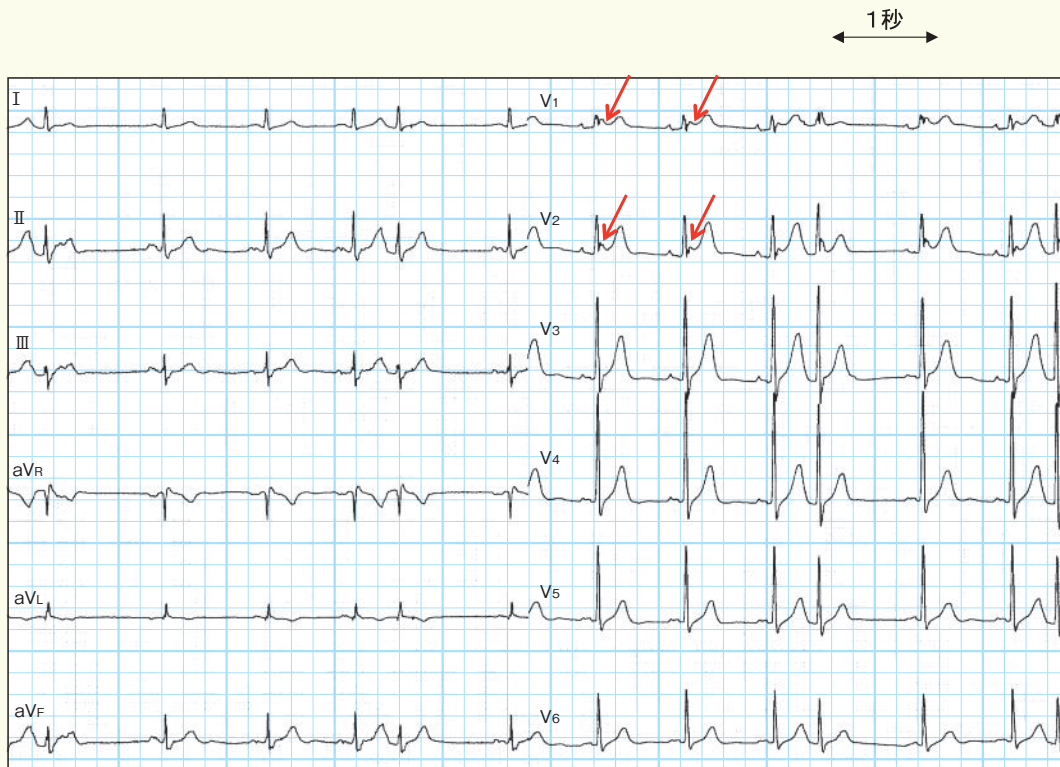
下壁誘導Ⅱ、Ⅲ、aV<sub>F</sub>誘導で明らかなJ波(↓)が観察される。本例は高血圧性心疾患を有し、左室肥大のため、Ⅰ、aV<sub>L</sub>、V<sub>3</sub>~V<sub>6</sub>誘導などで著明なストレイン型ST低下と陰性T波を伴っている(↓)。J波の成因を考えるうえで興味深い。

## J波 - 8 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
50歳の男性。動悸を主訴に来院した際の記録である。

# J波 - 8 Answer

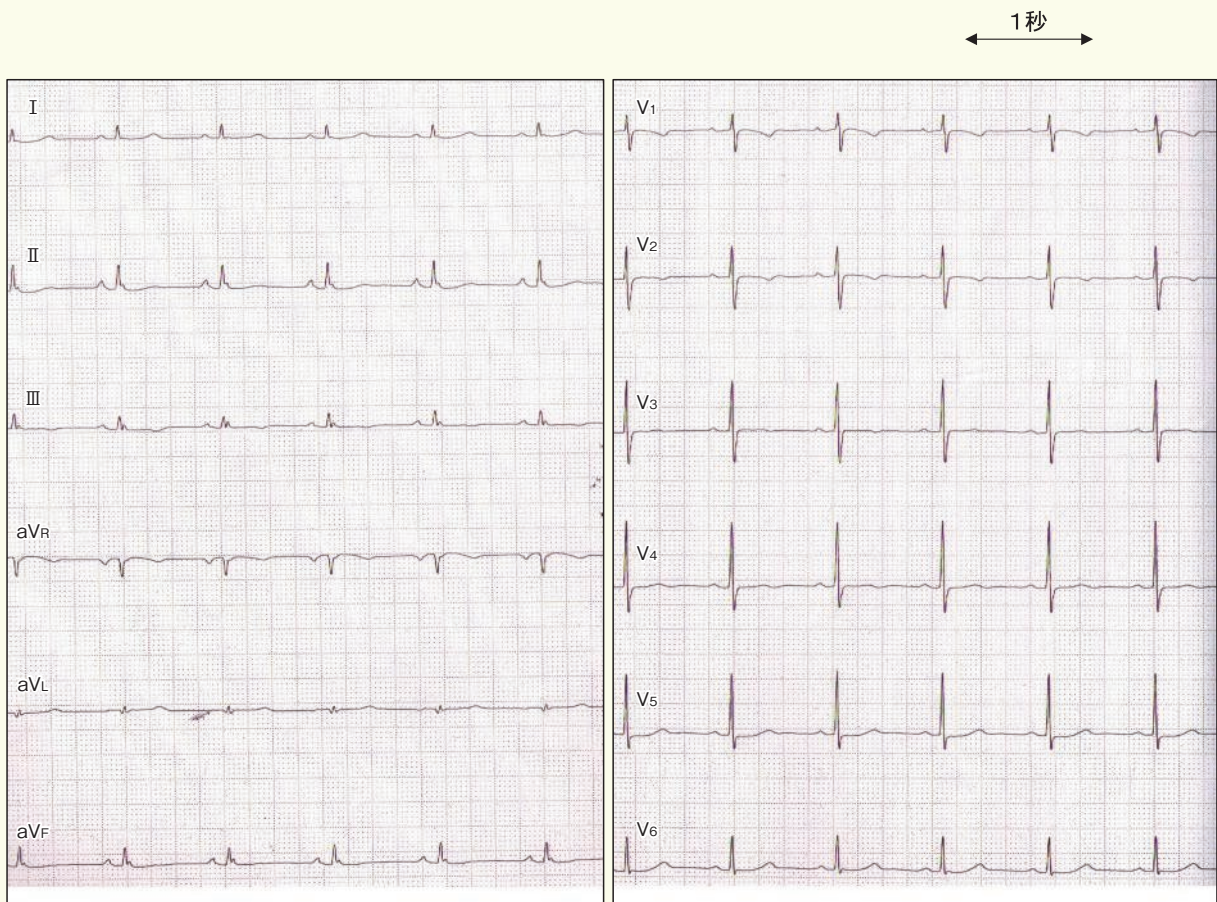


V<sub>1</sub>誘導およびV<sub>2</sub>誘導でnotch型のJ波(↓)が確認される。



V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub>誘導を拡大した。本例で興味深いのは、J波の振幅が変動する点(↓)である。最後の心拍は記録が途切れているため十分な観察はできないが、心房期外収縮でRR間隔が短縮した際(○)、およびその後の回復周期でRR間隔が延長した際(⊙)に、ともにJ波の振幅が増大しているのがわかる(↓ ↓)。この点から、J波の成因やその形態に直前のRR間隔の変動が影響を及ぼしている可能性が考えられる。

## J波 - 9 Question



12誘導を6誘導ずつ同時記録。

80歳の女性。SIADHのために、低ナトリウム血症（血清Na値 110 meq/L）を呈した例における心電図。

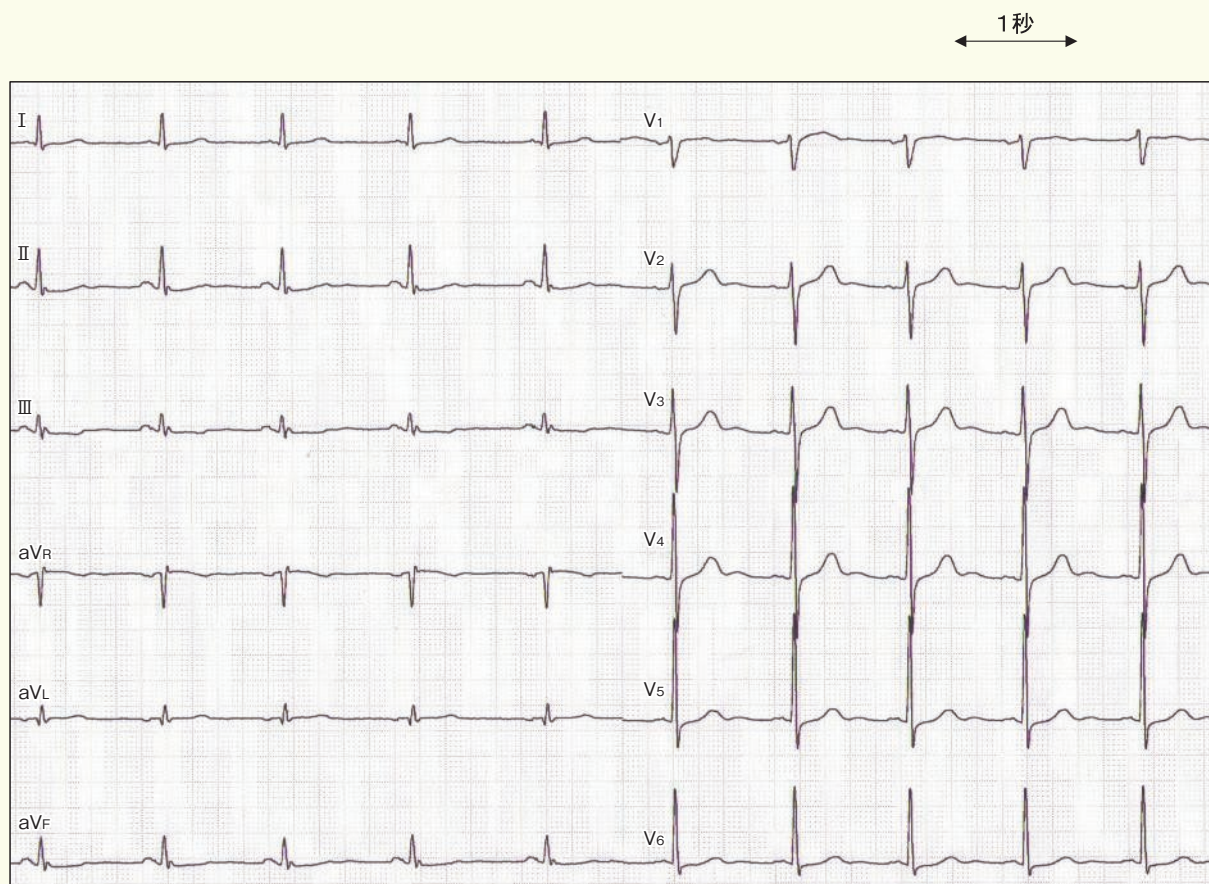
# J波 - 9 Answer



平低T波に加えて、II、III、aVF誘導にて小さなJ波(↓)を認める。低ナトリウム血症とJ波の関連性に関して詳細に検討をした報告は、筆者が知る限り、見当たらない。

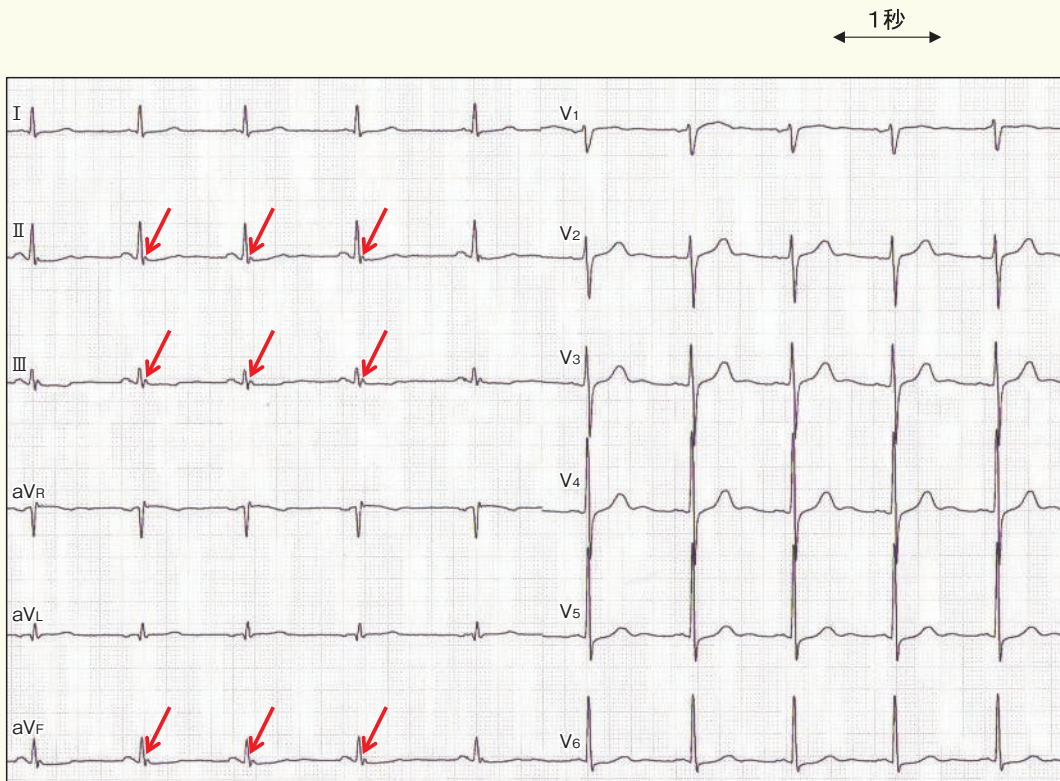


## J波 - 10 Question

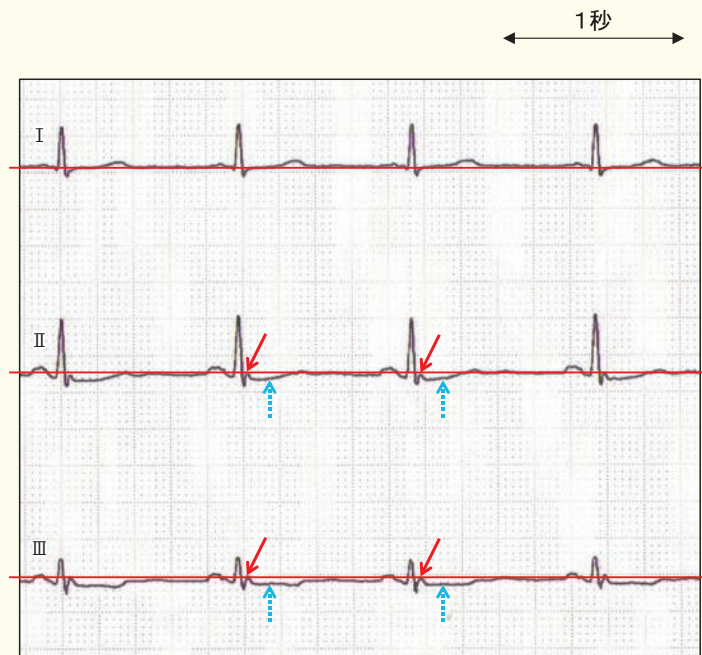


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
70歳の男性。狭心症疑いにて来院した際の記録。

# J波 - 10 Answer

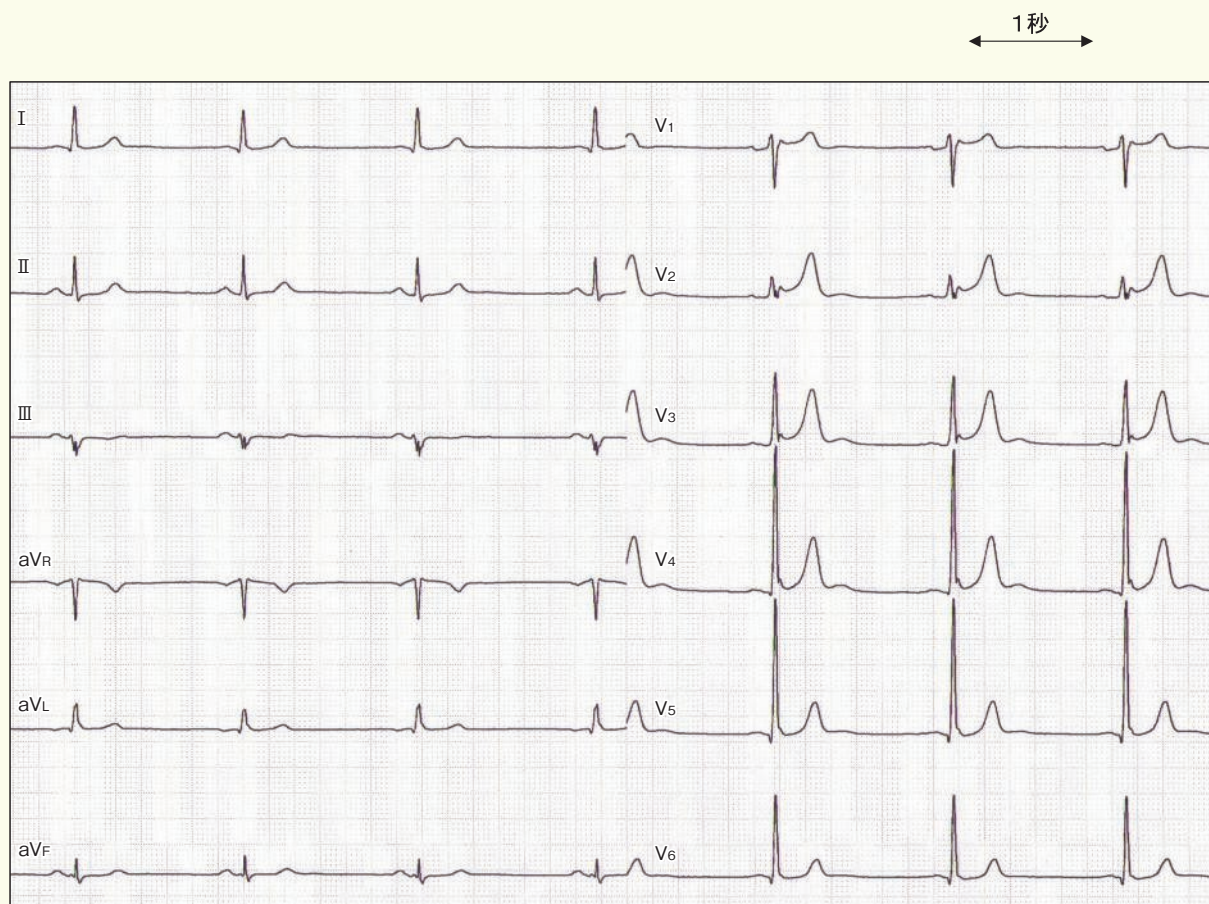


胸部誘導では明らかではないが、II、III、aVF誘導にJ波と思しき小さな波(↑)が確認される。



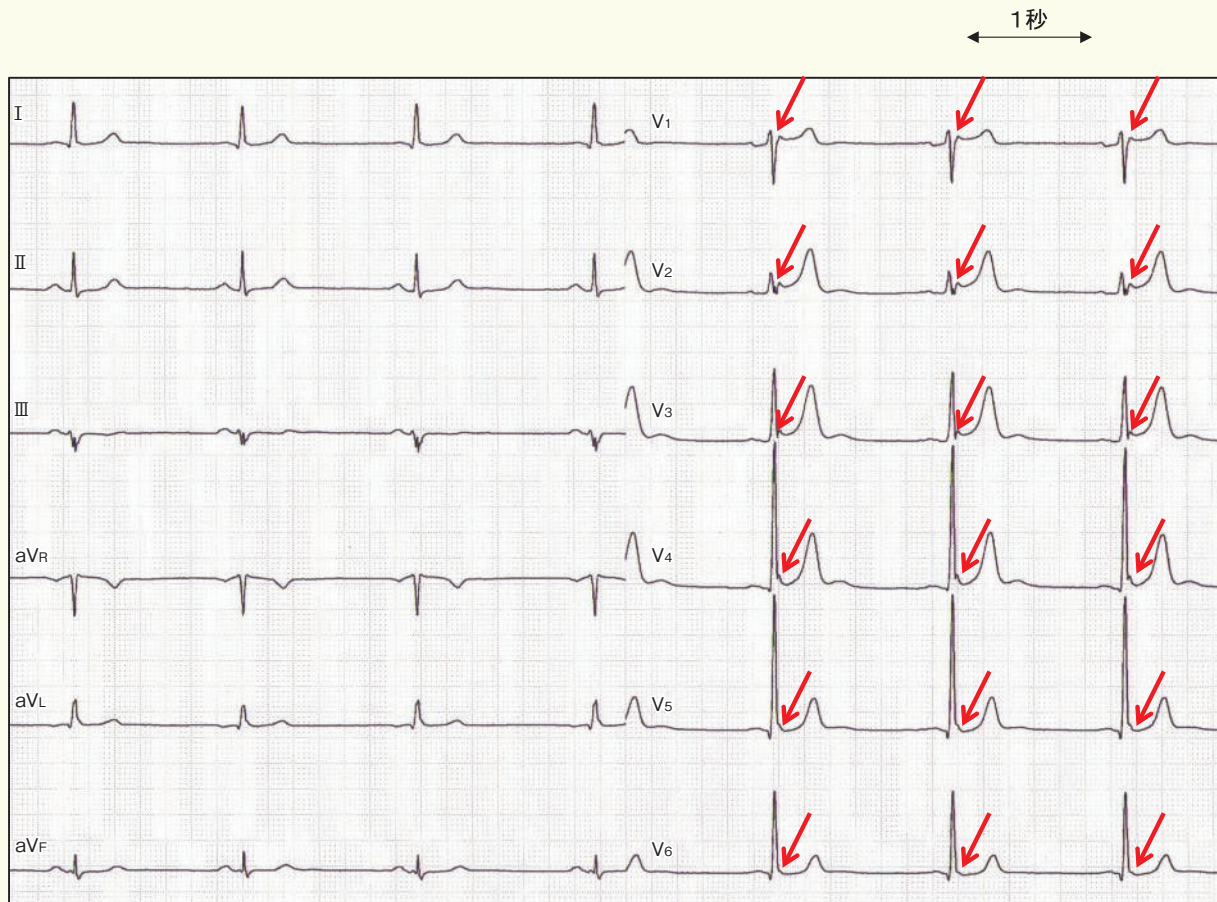
J波と思われる波の振幅は小さく、基線より低い位置にある(↓)が、虚血に起因するST低下(↑)が同部位で見られるため、J点も低下し、J波の振幅が減少してみえると考えられる。

## J波 - 11 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
23歳の男性。健診時の記録。

# J波 - 11 Answer



胸部誘導全体でST偏位を伴わないJ波が観察される(↑)。V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub>誘導はnotch型、V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>誘導はslur型のようなのである。

## 第IV章

# 早期再分極

## 早期再分極がみられる心電図

### 早期再分極とは？

- \* 下壁誘導 (II・III・aV<sub>F</sub>) もしくは側壁誘導 (V<sub>5</sub>・V<sub>6</sub>) を中心に、軽度のST上昇を認めるもので、以前は正常亜型 (normal variant) と呼ばれていた。
- \* 虚血や心筋梗塞との関連はまったくなく、普段健康な若年者によく見られることから、一般的には病的意義はないものと考えられていた。
- \* しばしばJ波を伴うことから、J波症候群 (J wave syndrome) あるいは早期再分極症候群 (early repolarization syndrome) と総称することも多い。
- \* J波と同様、早期再分極を示す例で心室細動を起こす場合があることが報告され、器質的心疾患のない特発性心室細動やBrugada症候群との関連が注目されている。

## キーワード

ST上昇 (+J波)

## どこをどうみるか

QRS直後のJ波、ST上昇 (下壁ないし側壁誘導)

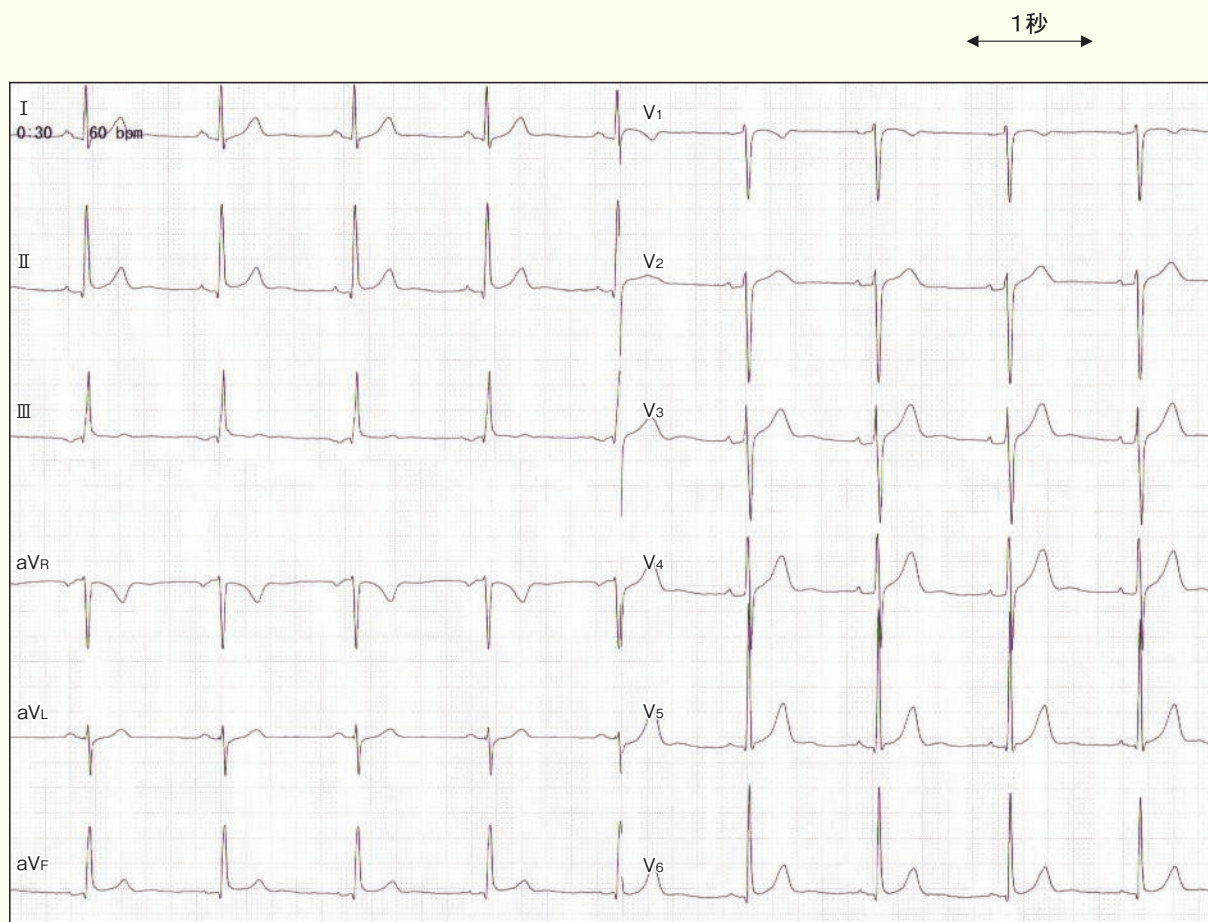
## 波形異常と不整脈の関係

早期再分極 (+J波) ⇒ 心室細動

**早期再分極がみられる心電図、  
QRS 後半～ST 部分に着目！**

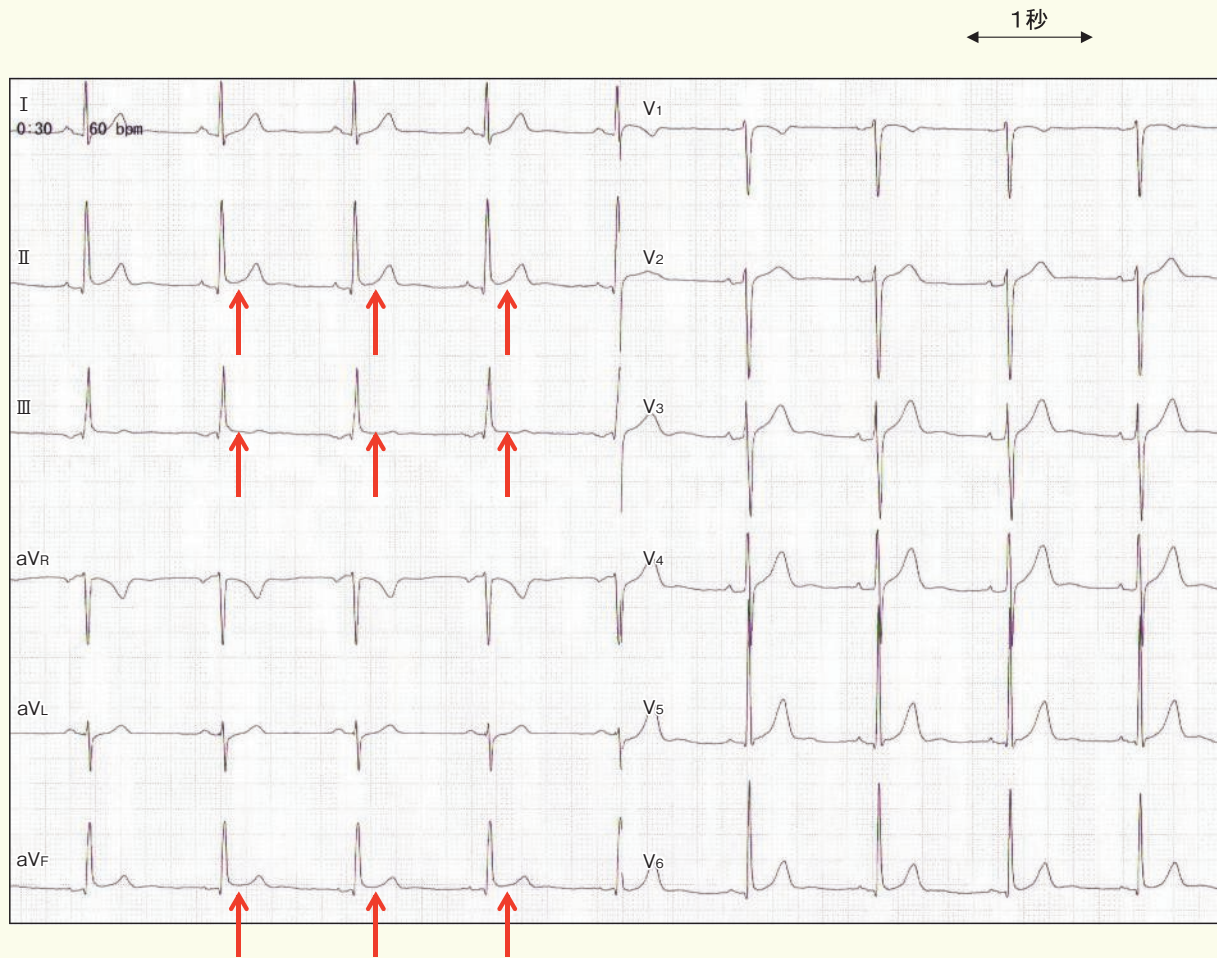


## ER-1 Question



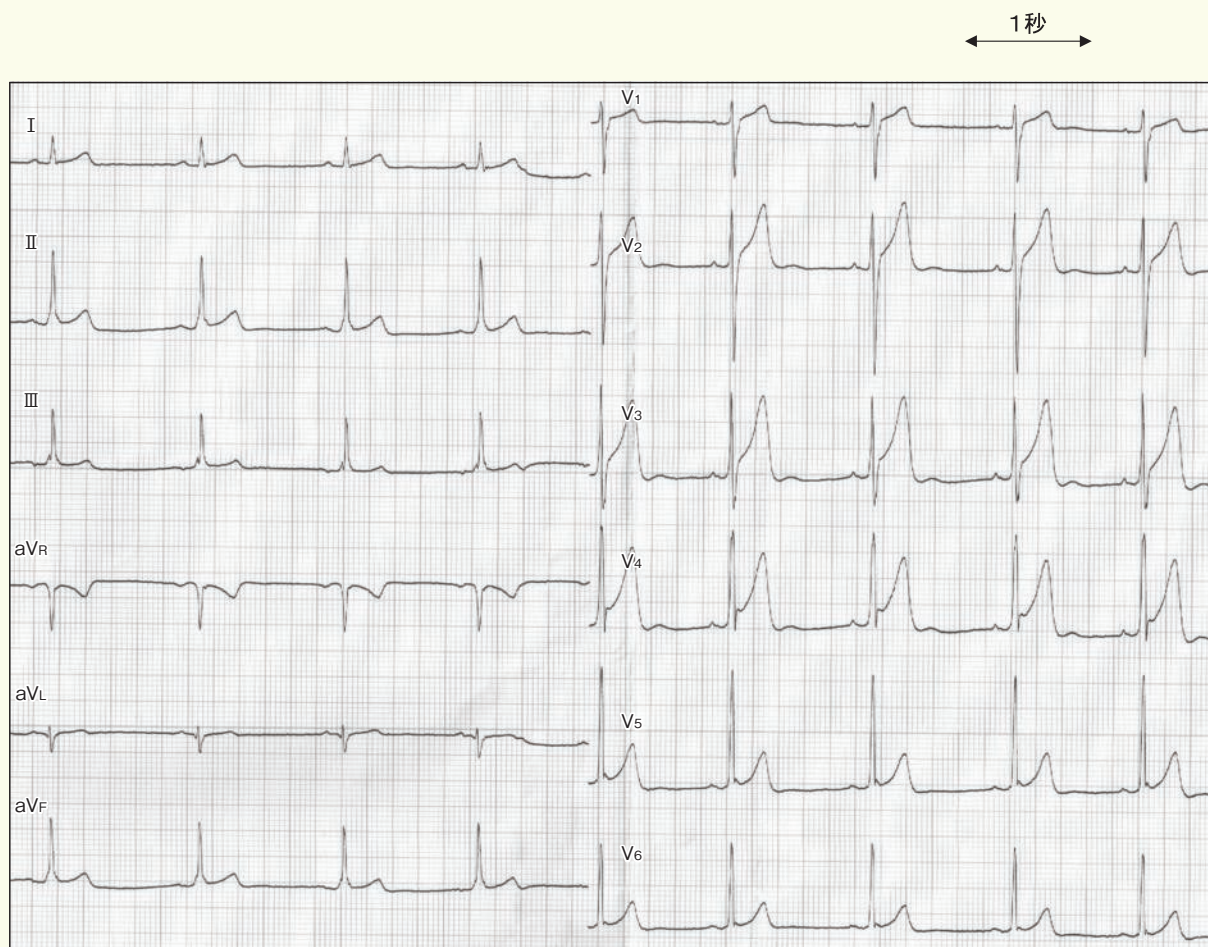
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
25歳の男性会社員。健康診断における記録。

# ER - 1 Answer



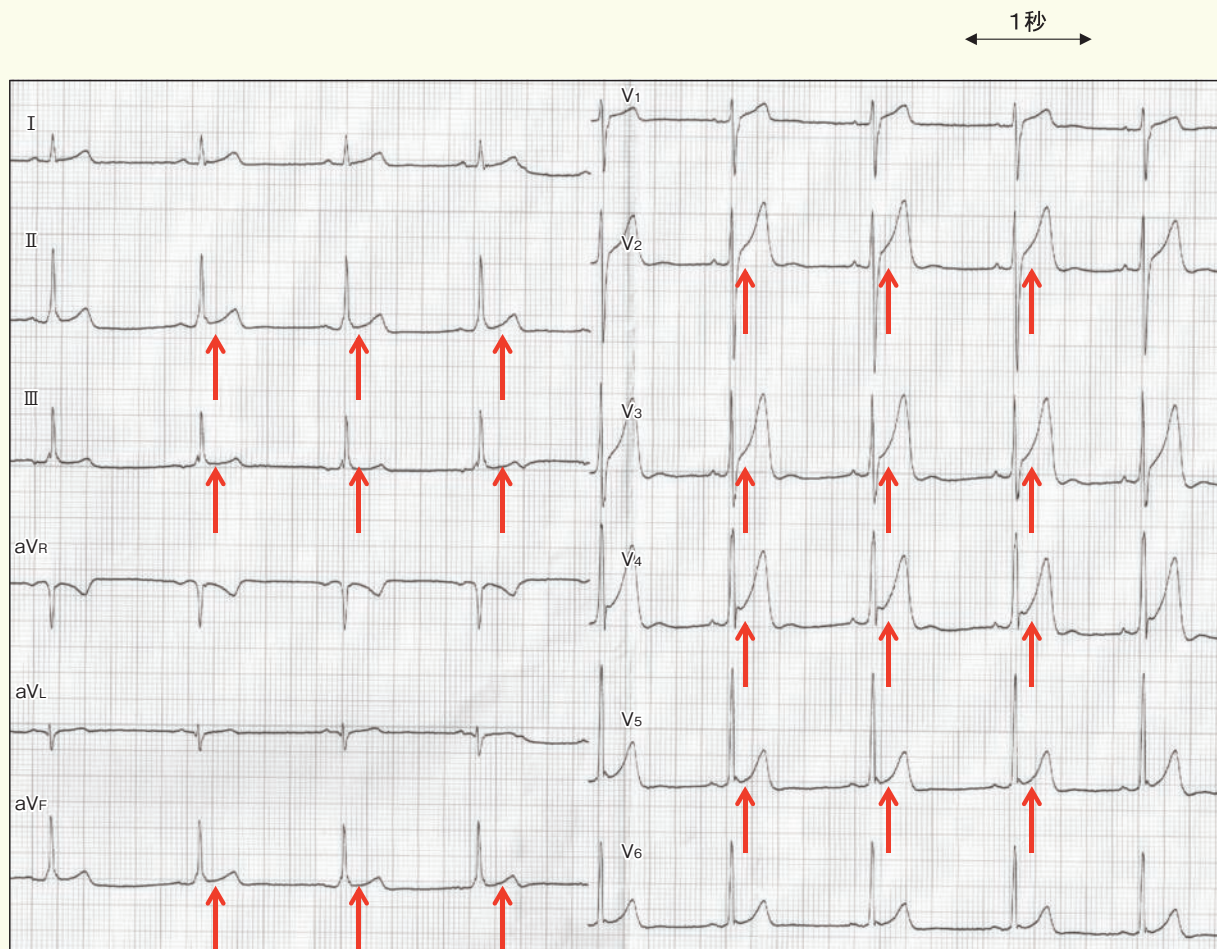
II、III、aVF誘導において軽度のST上昇が観察される(↑)。虚血性心疾患、心膜炎など他のST上昇をきたす疾患の可能性は否定され、**早期再分極**と判断される。

## ER-2 Question



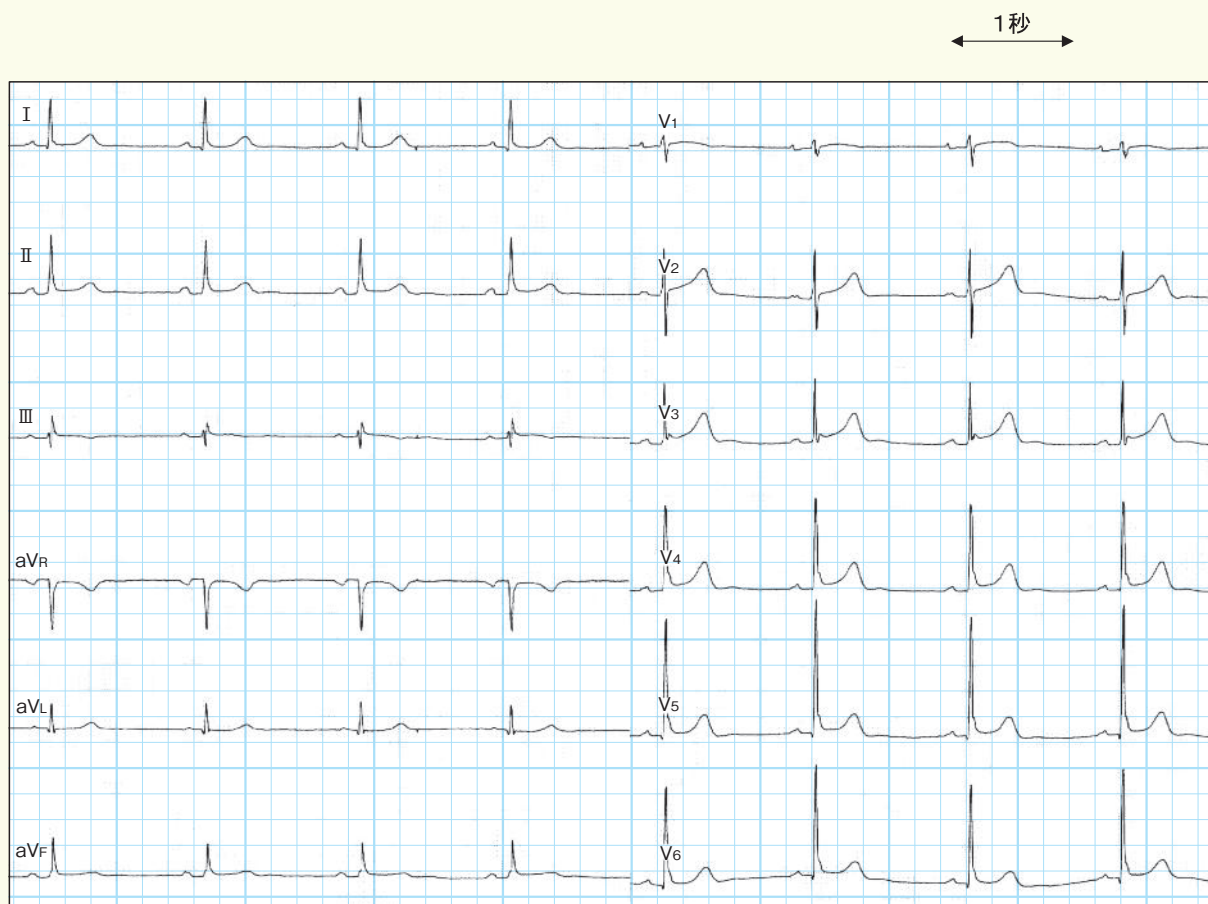
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
器質的心疾患のない若年男性の心電図。

# ER-2 Answer



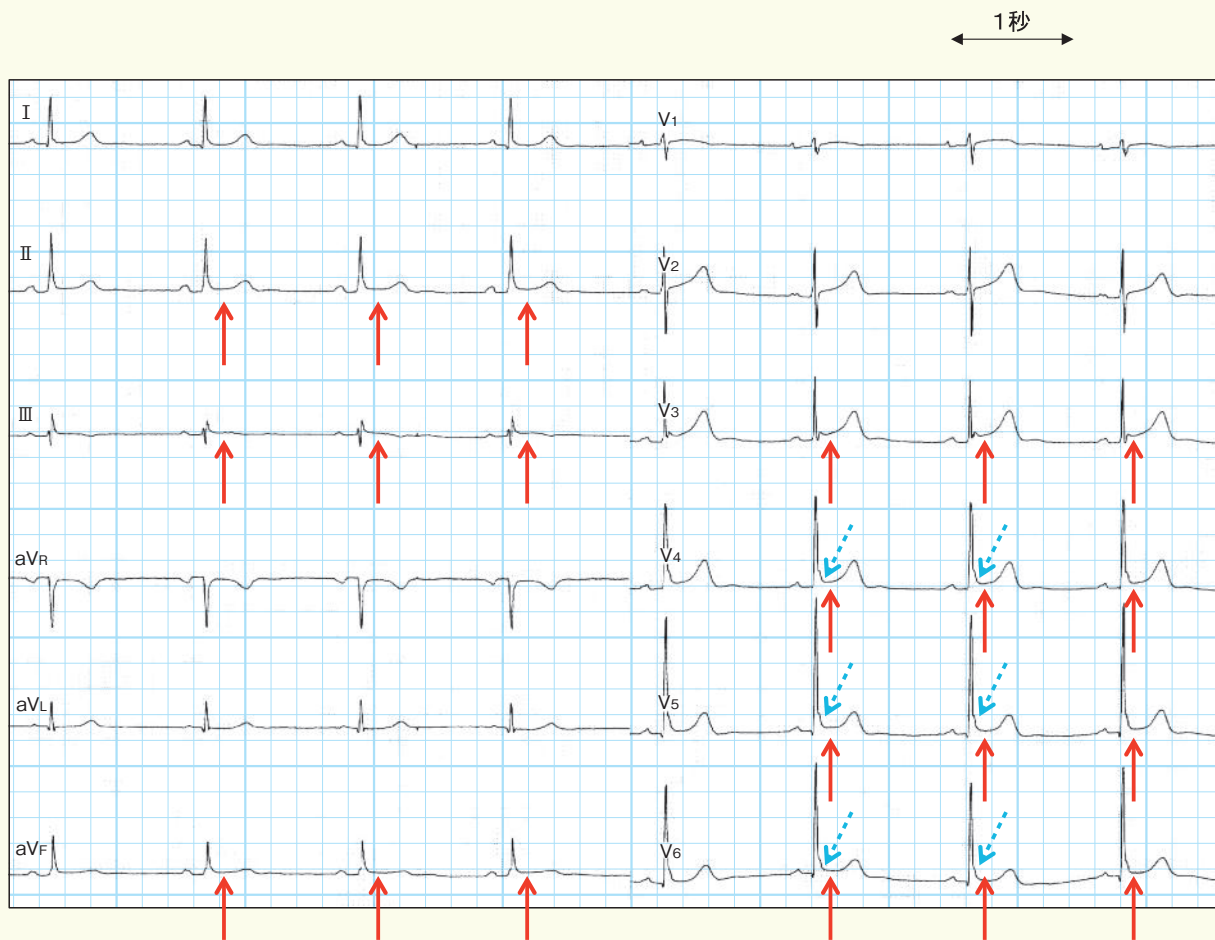
下壁誘導および胸部誘導を中心に、広くST上昇が観察される(↑)。早期再分極と考えるとよさそうである。

## ER-3 Question



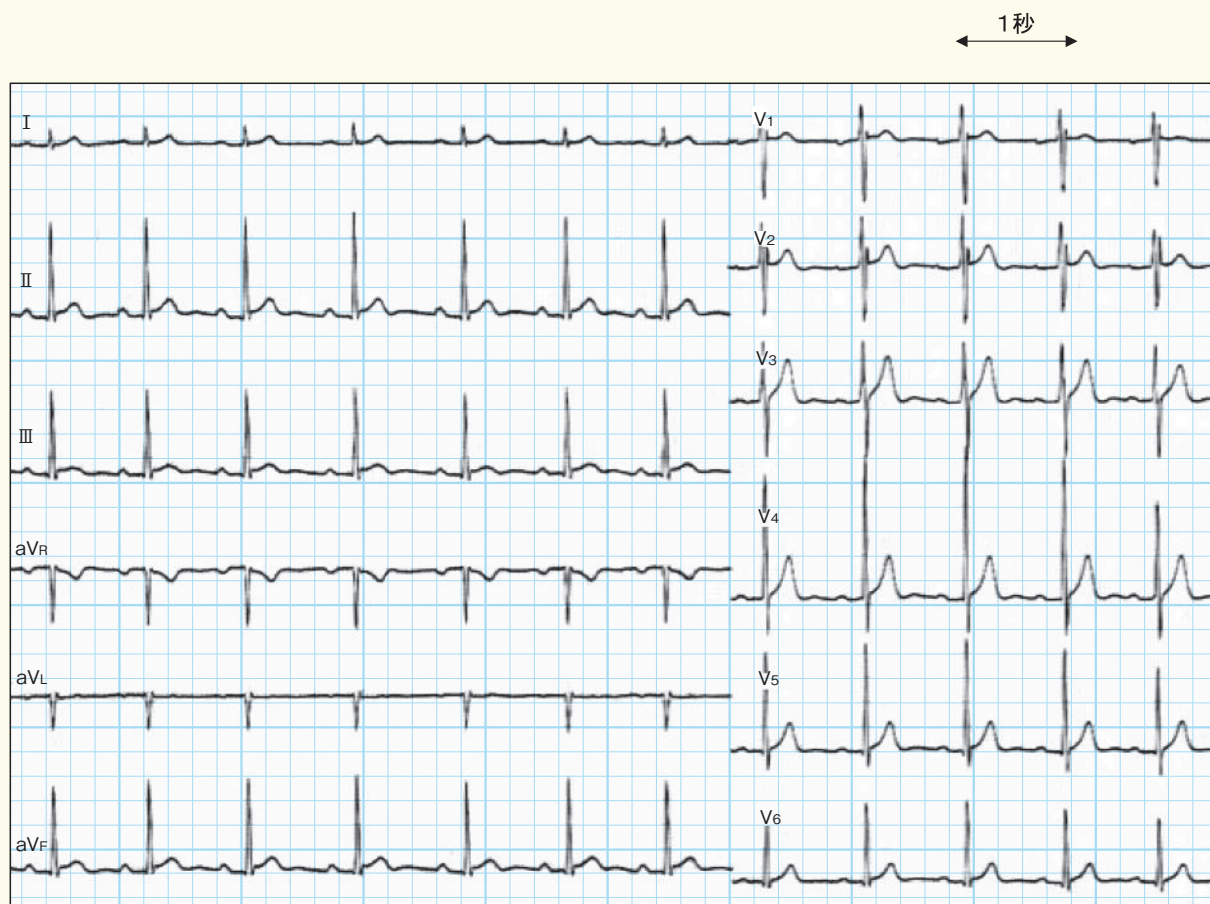
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
28歳、男性。健康診断時の記録。

## ER - 3 Answer



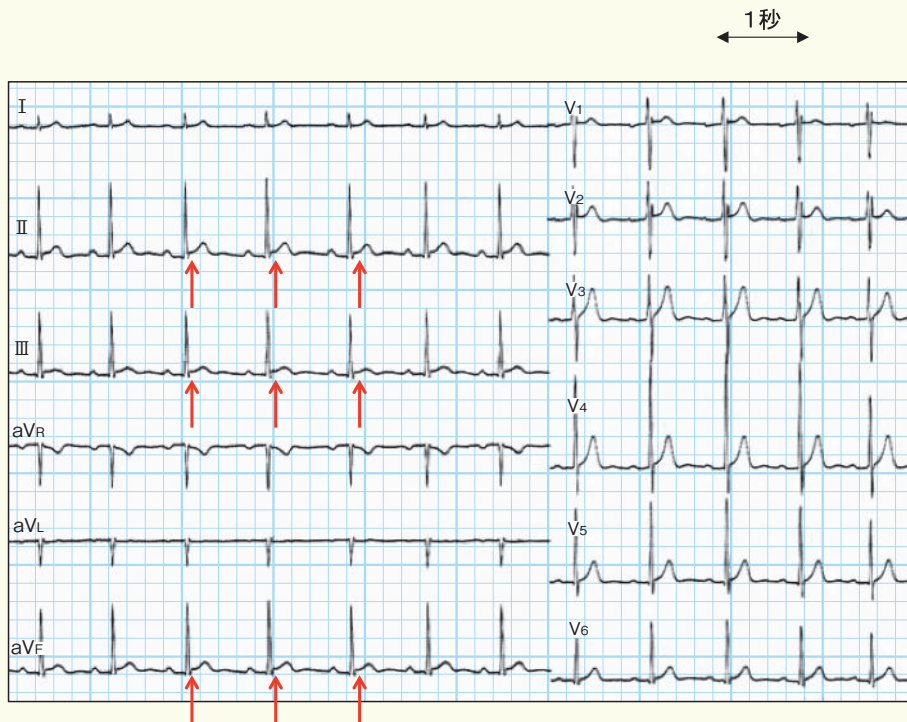
Ⅱ・Ⅲ・aV<sub>F</sub>、V<sub>3</sub>～V<sub>6</sub>誘導で軽度のST上昇（↑）が観察され、**早期再分極**と考えられるが、V<sub>4</sub>～V<sub>6</sub>誘導には**slur型のJ波**（⇩）と思われる波も確認される。本例のように早期再分極によるST上昇とJ波が同時に観察される例が少なくないことから、両者の関連性も興味深い。

## ER-4 Question

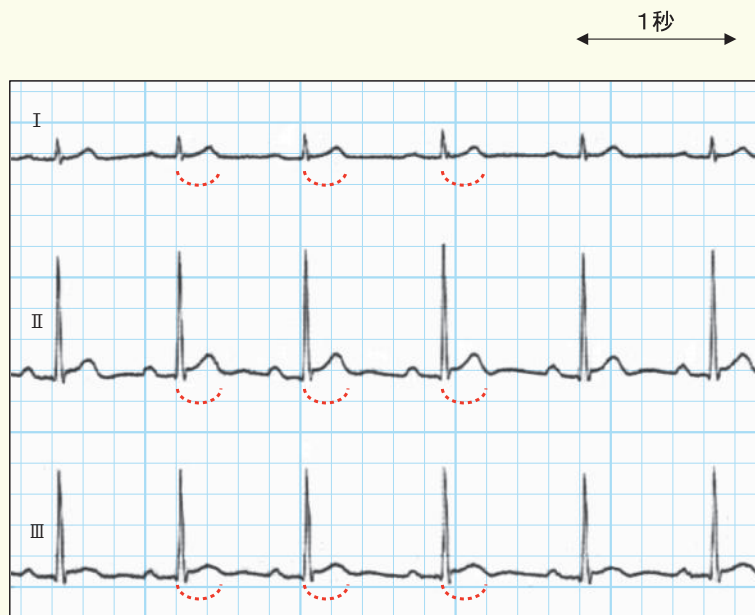


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
22歳、男性。健康診断時の記録。

## ER - 4 Answer



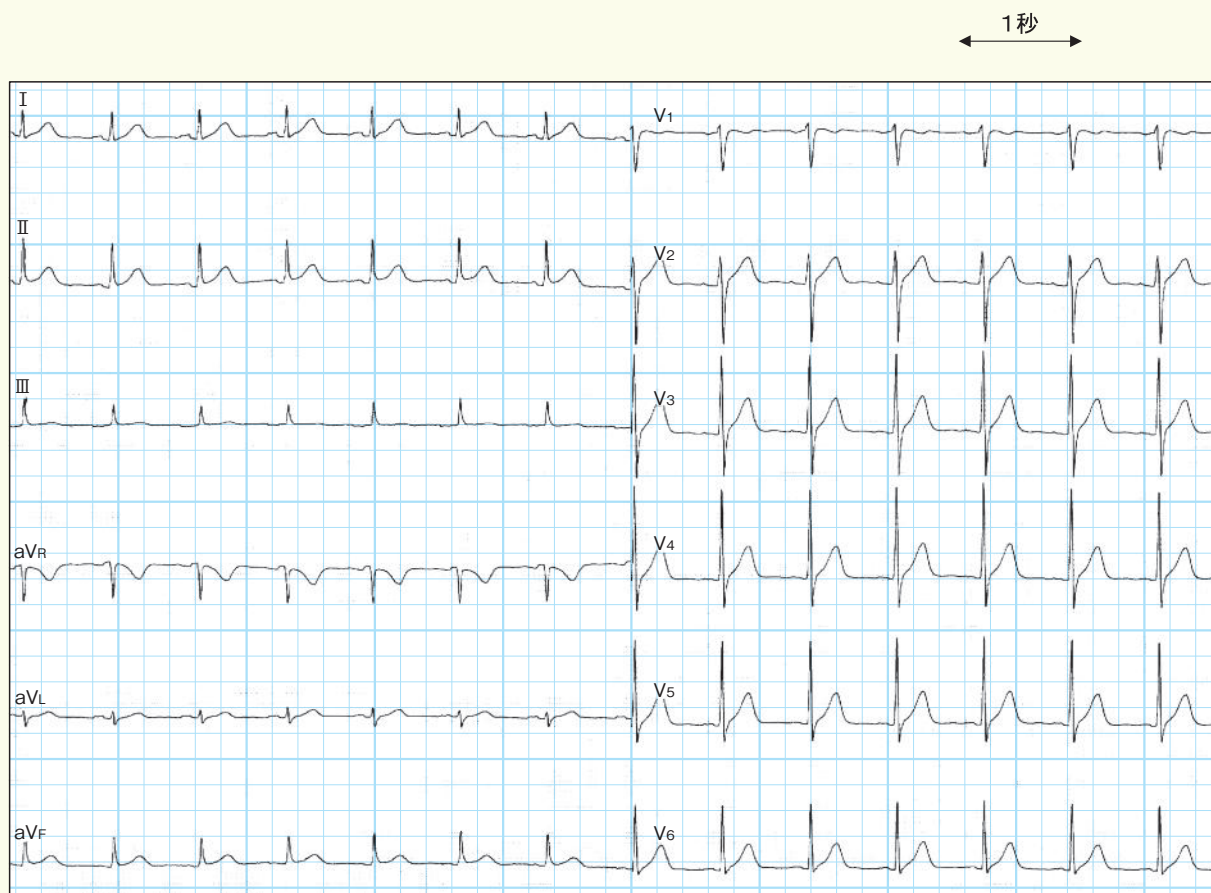
II・III・aV<sub>F</sub>誘導で明らかなST上昇(↑)を認め、若年男性で器質的基礎疾患をもたないことから、**早期再分極**と判断される。



I～III誘導の一部を拡大した。本例で注目されるのはQT間隔( )で、QT 0.29～0.31秒、QTc 0.31～0.33と著明に短縮している。**早期再分極**と**QT短縮**との関連性も検討が必要である。

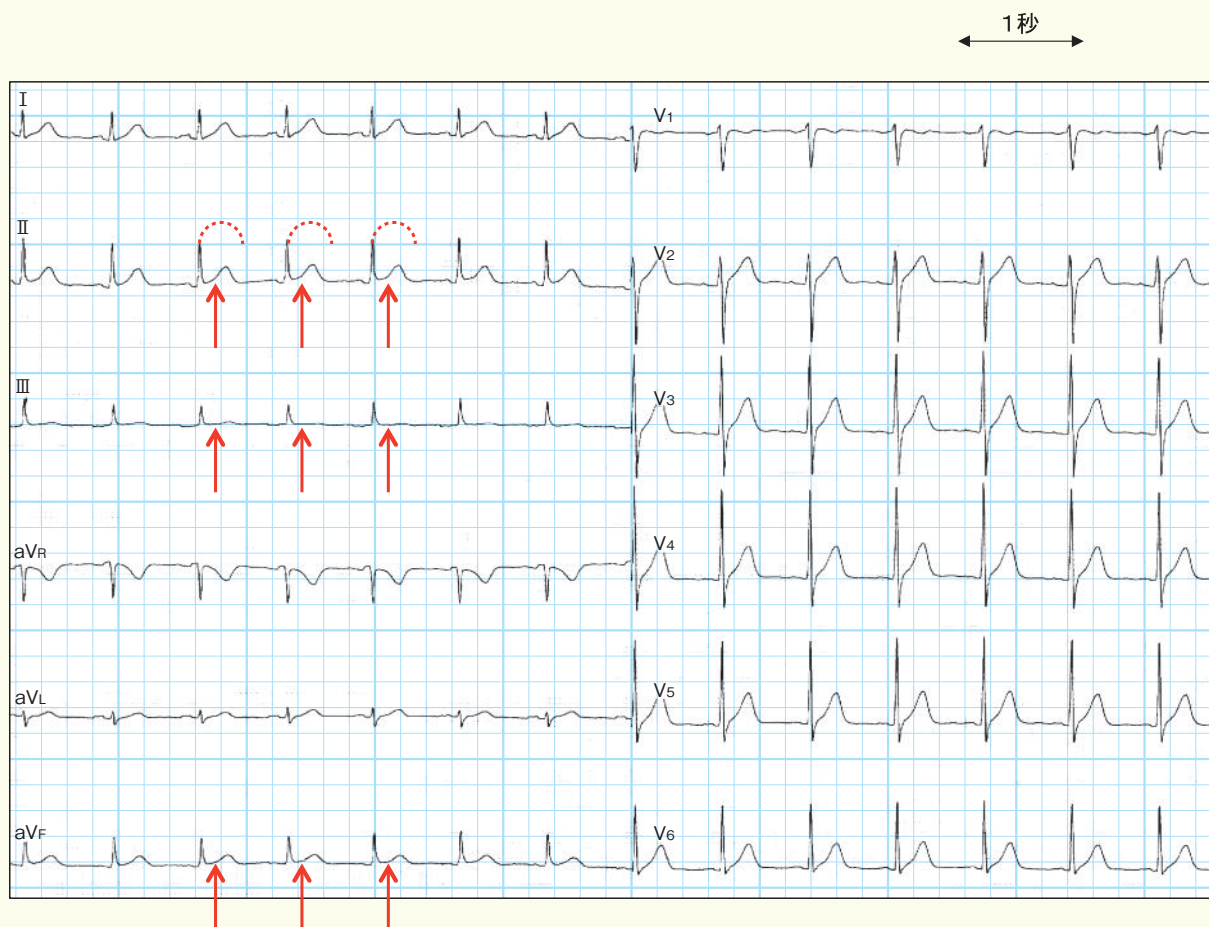


## ER-5 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
48歳、女性。易疲労感を主訴に来院。

## ER-5 Answer



副甲状腺機能亢進症に伴う高カルシウム血症（血清Ca値 12.2 mg/dL）の例で記録された。II・III・aV<sub>F</sub>誘導で軽度のST上昇（↑）がみられるほか、QT間隔0.33秒（QTc 0.39）とQT短縮傾向（⋯）もある。早期再分極ではQT間隔が短い傾向があり、早期再分極の機序のひとつとして血清Ca濃度上昇の関与も注目される。

# 第V章

## $\varepsilon$ (イプシロン) 波

## ε(イプシロン)波がみられる心電図

### ε波とは？

- \* QRS終末部に見られる小さな高周波の波で、しばしば低電位で細かく分裂してみられる。
- \* J波に類似しているが、J波に比してより高周波で低電位であることで鑑別される。
- \* 右心室の著明な拡大を示す不整脈原性右室心筋症〔右室異形成症 (arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: ARVC/ARVD)〕の際に特異的に観察され、右心室内に伝導遅延部位が存在することを表している。
- \* 加算平均心電図では、ε波に相当する部分に著明な心室遅延電位 (late potential: LP) を認める。
- \* ε波を認める例では、しばしばリエントリー性の持続性心室頻拍を起こす。

## キーワード

QRS波の直後

## どこをどうみるか

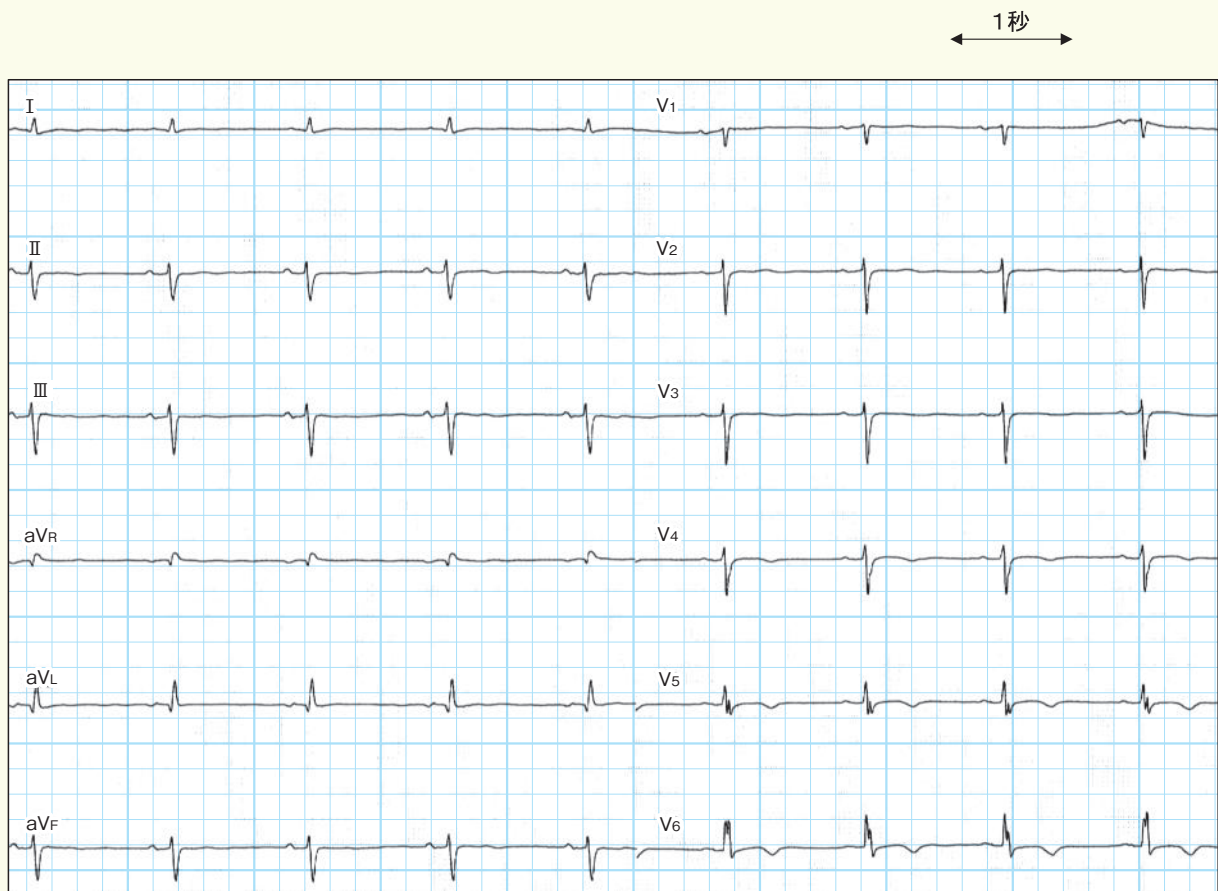
$\epsilon$  波 : QRS波終末部の高周波で低電位の波

## 波形異常と不整脈の関係

$\epsilon$  波  $\Rightarrow$  不整脈原性右心室心筋症  
〔右室異形成症 (ARVC/ARVD)〕  $\rightarrow$  持続性心室頻拍

**$\epsilon$  波がみられる心電図、  
QRS 波終末部に着目！**

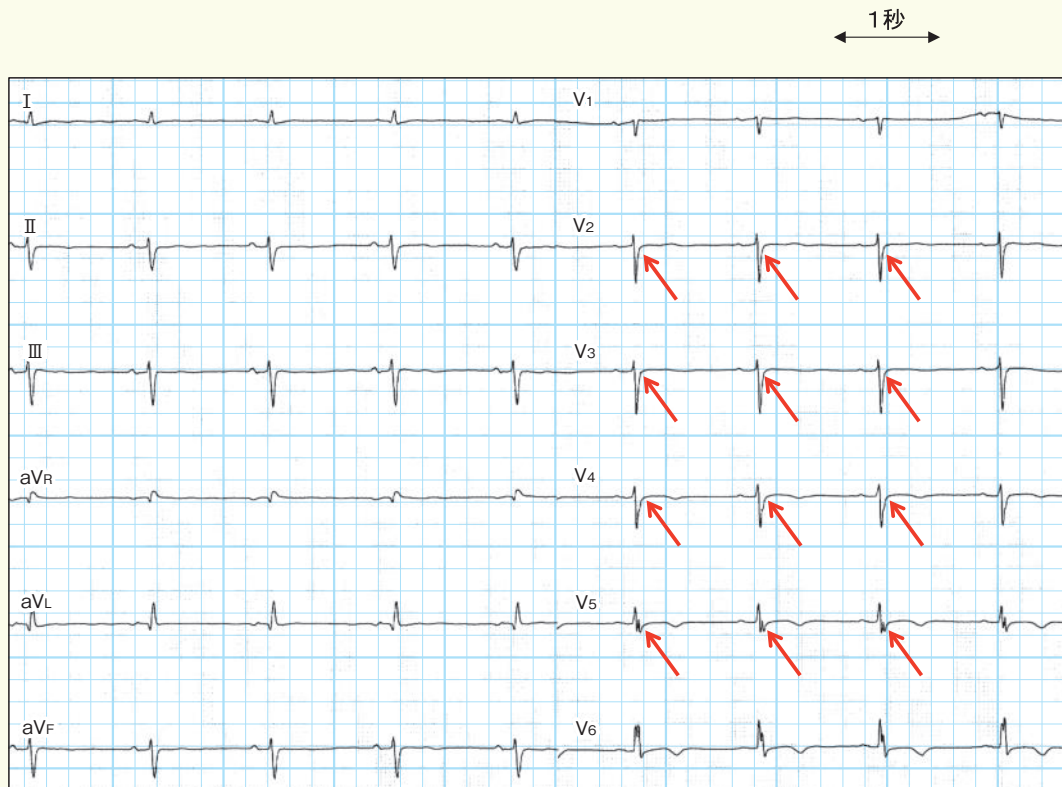
# $\epsilon$ 波 - 1 Question



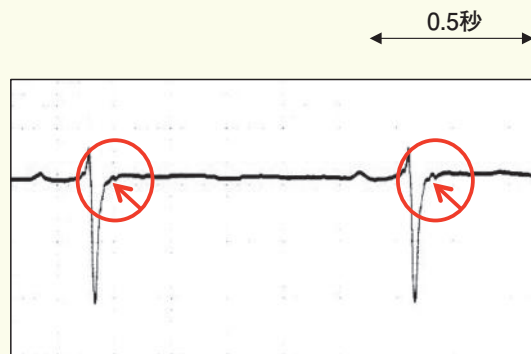
12誘導を6誘導ずつ連続記録。

持続性心室頻拍のために救急来院した、不整脈原性右室心筋症 (ARVC/ARVD) 患者の洞調律時の記録。

# $\epsilon$ 波 - 1 Answer



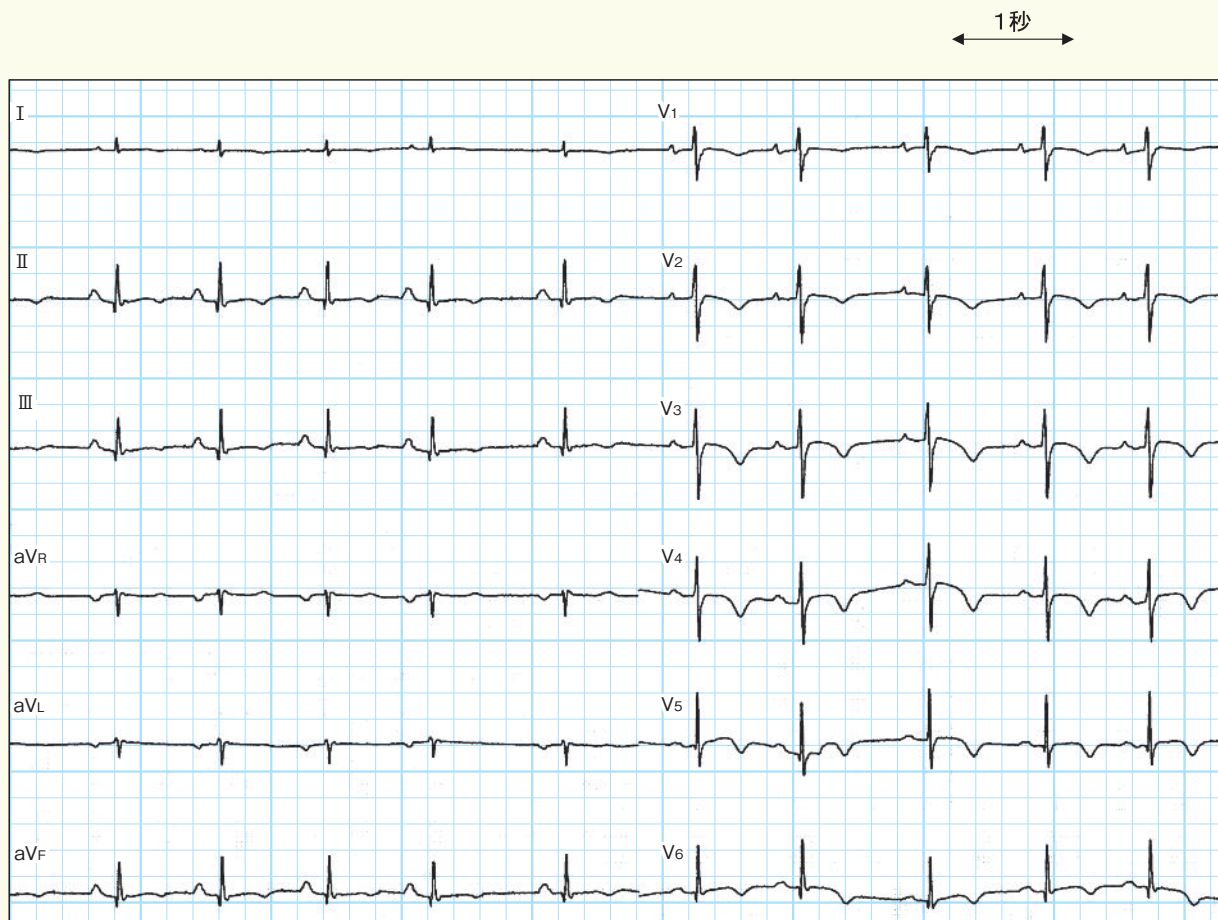
平低T波、陰性T波、左軸偏位に加えて、QRS終末部にslurがみられる（↑）。



V<sub>2</sub>誘導の一部を拡大した。QRS終末部のslurを示す部分に、矢印（↑）で示す小さな分裂電位が確認される。これが $\epsilon$ 波と考えられる。なお、加算平均心電図にて心室遅延電位が強陽性であった。



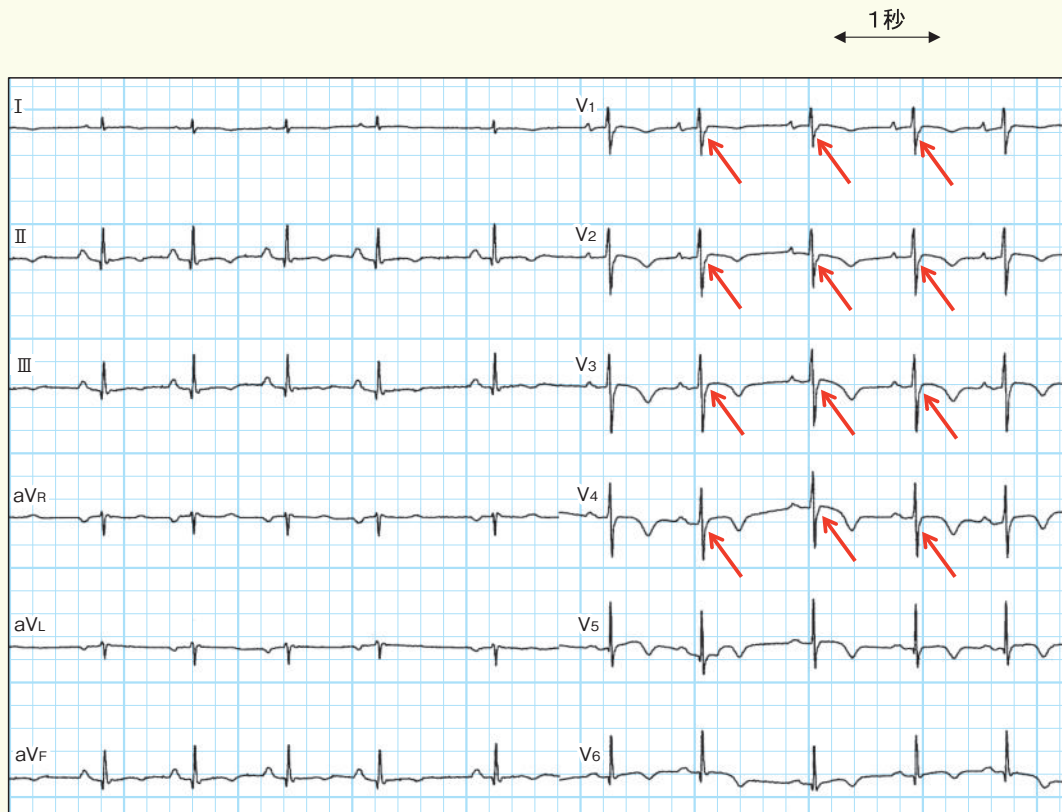
## $\epsilon$ 波 - 2 Question



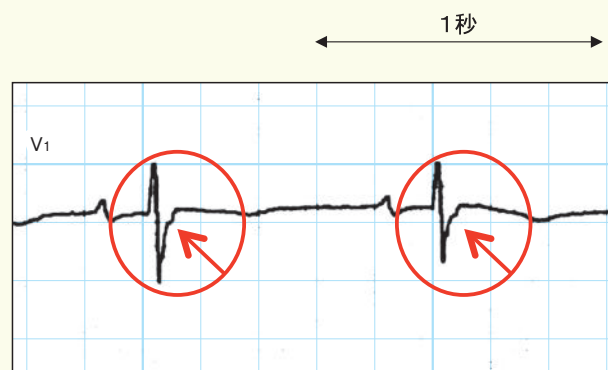
12誘導を6誘導ずつ連続記録。

著明な心拡大と不整脈を主訴に来院した際の記録。その後、ARVC/ARVDと診断。

## ε波 - 2 Answer

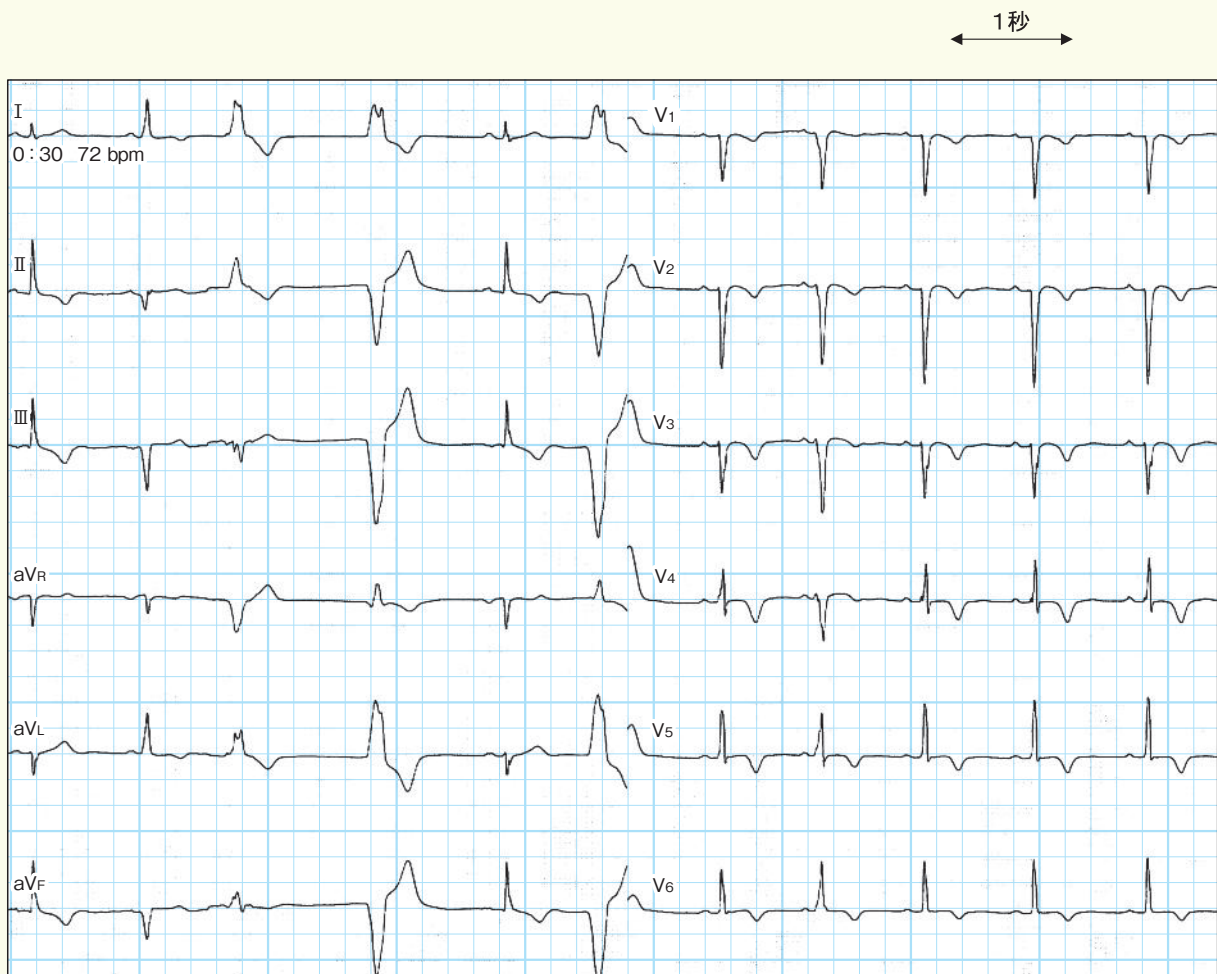


多くの誘導で平低～陰性T波がみられ、QT/QT<sub>c</sub>も軽度延長しているようである。胸部誘導のQRS終末部にはslurが観察される(↑)。



V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導の一部を拡大してみると、slur部分は均一な波ではなく、数個の小さな高周波成分で構成されていることがわかる(↑)。これもε波と考えるとよさそうである。

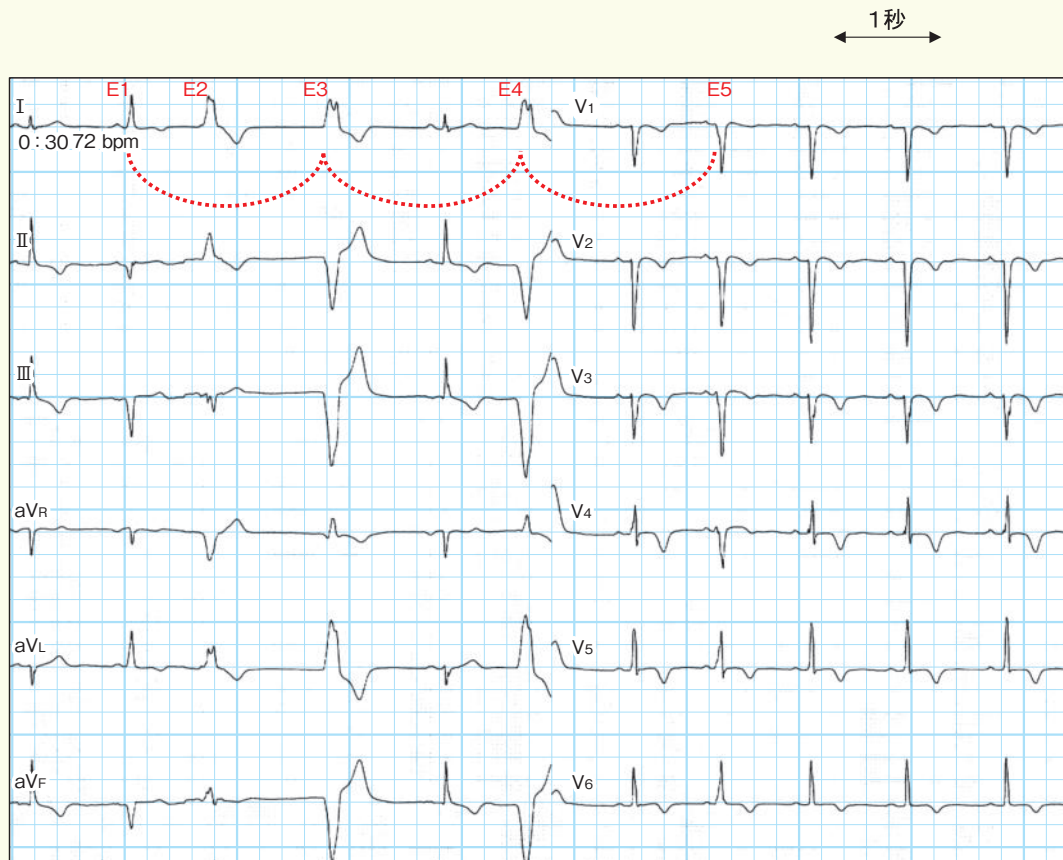
# $\epsilon$ 波 - 3 Question



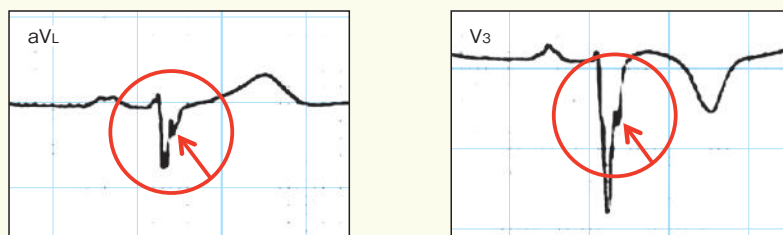
12誘導を6誘導ずつ連続記録。

ARVC/ARVDの患者で、多形性心室期外収縮が多発している際の記録。

# ε波 - 3 Answer

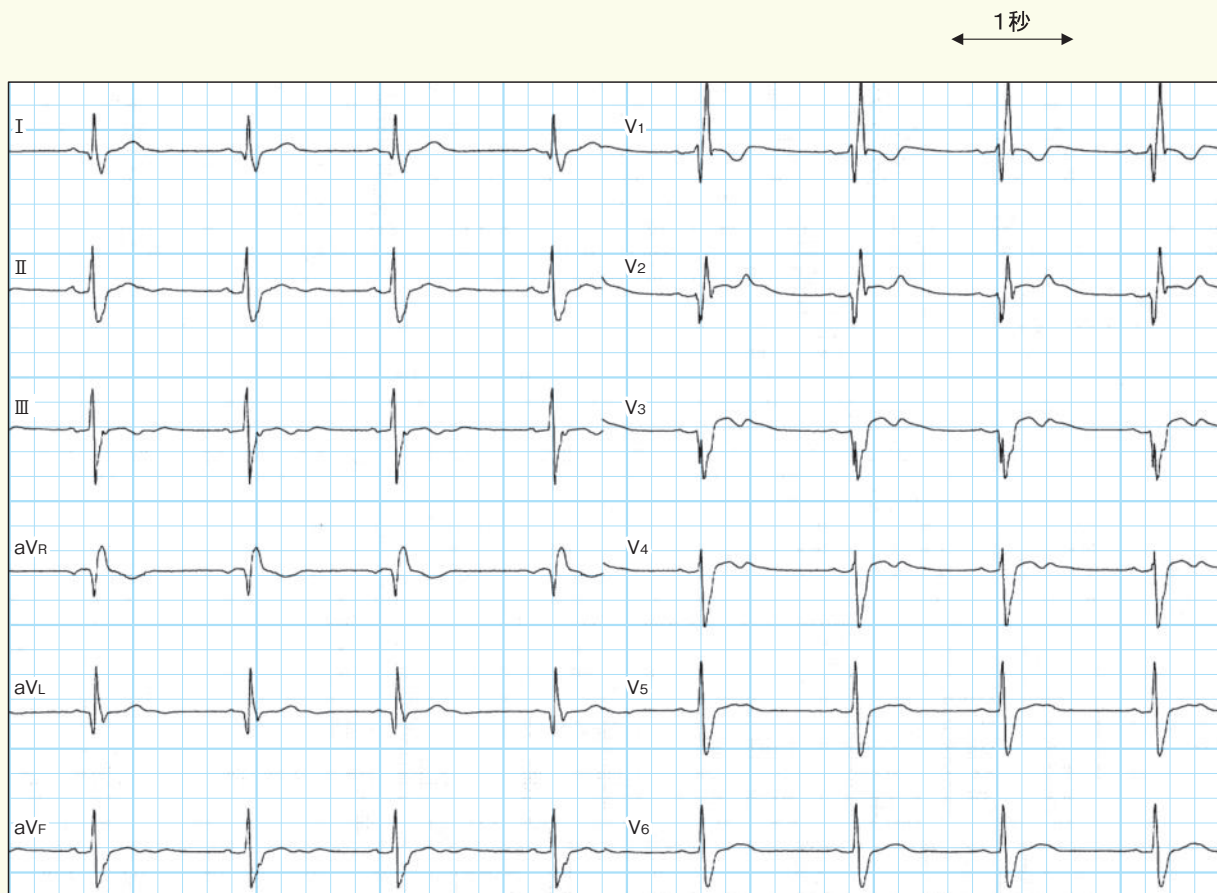


異所性心拍と考えられるE1～E5のうち、E3とE4は左脚ブロック上方軸型心室期外収縮、E2は左脚ブロック正常軸型心室期外収縮、E1およびE5は洞収縮と左脚ブロック上方軸型期外収縮との融合収縮の可能性が考えられる。またE1-E3-E4-E5の間隔がほぼ一定である点から、**心室副収縮**のようである。**ε波**はいかがであろうか。



aVL誘導、V<sub>3</sub>誘導の1心拍分を拡大した。電位が低くてわかりづらいが、それぞれQRS終末部に高周波の分裂電位が再現性をもって観測される(↑)。おそらく**ε波**であろう。

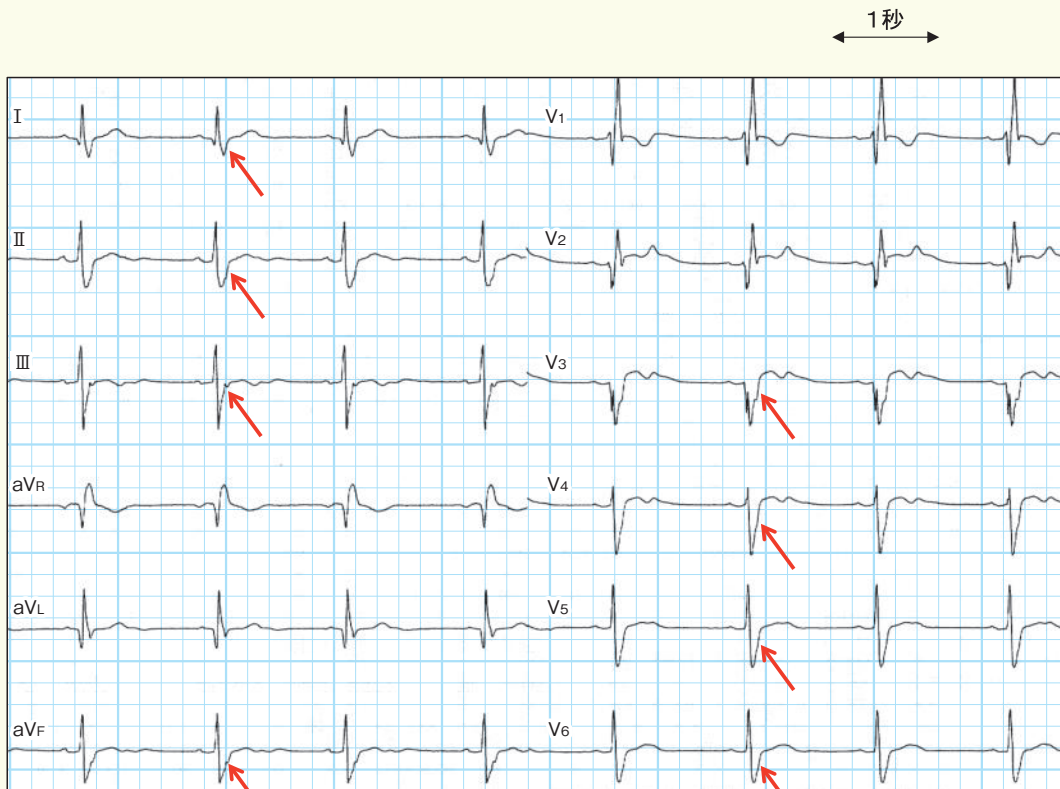
# $\epsilon$ 波 - 4 Question



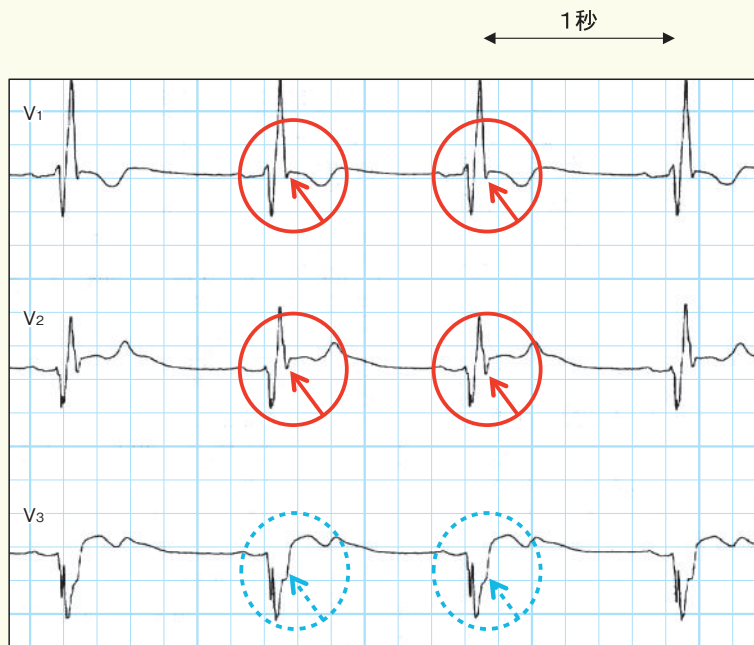
12誘導を6誘導ずつ連続記録。

持続性心室頻拍の既往があるARVC/ARVD例における洞調律時の記録。

# ε 波 - 4 Answer



完全右脚ブロックで多くの誘導において幅広いS波があるため(↑)、QRS終末部の判断は難しい。



V<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>誘導の一部を拡大した。V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導において本来右脚ブロックでは現れない高周波の小さなS'波が確認される(↑)。またV<sub>3</sub>誘導のS波はスムーズでなく、上行脚にいくつかのnotchがあるように見える(↑)。これらがε波の可能性もあるかもしれない。

## 第VI章

# QT延長/短縮

## QT延長/短縮がみられる心電図

### QT延長/短縮とは？

- \* 心電図のQT間隔は、心拍数の影響を受け生理的に変動することが知られているが、過度の延長あるいは過度の短縮は不整脈のリスクになる。
- \* 特にQT延長は、特殊な形態の多形性心室頻拍（torsade de pointes : TdP）に結びつくことから、それによる失神発作や突然死のリスク要因として重要視されている。
- \* 先天性QT延長症候群としてRomano-Ward症候群やJervell and Lange-Nielsen症候群が古くから知られているが、近年これらはいずれも遺伝子異常によって発生することがわかり、現在遺伝子異常のタイプによって、Romano-Ward症候群はLQT1からLQT15、Jervell and Lange-Nielsen症候群はJLN1およびJLN2が報告されている。
- \* 後天性のQT延長も極めて重要で、低K血症をはじめとする電解質異常、低体温、低栄養、心筋虚血、徐脈などの際、あるいはKチャンネル遮断作用を有する各種の心臓薬、非心臓薬によっても発生する。
- \* 最近ではQT短縮症候群も報告されており、過度のQT短縮も心室細動発症のリスクと考えられている。



## キーワード

QT間隔の延長、短縮

## どこをどうみるか

QT間隔延長/短縮

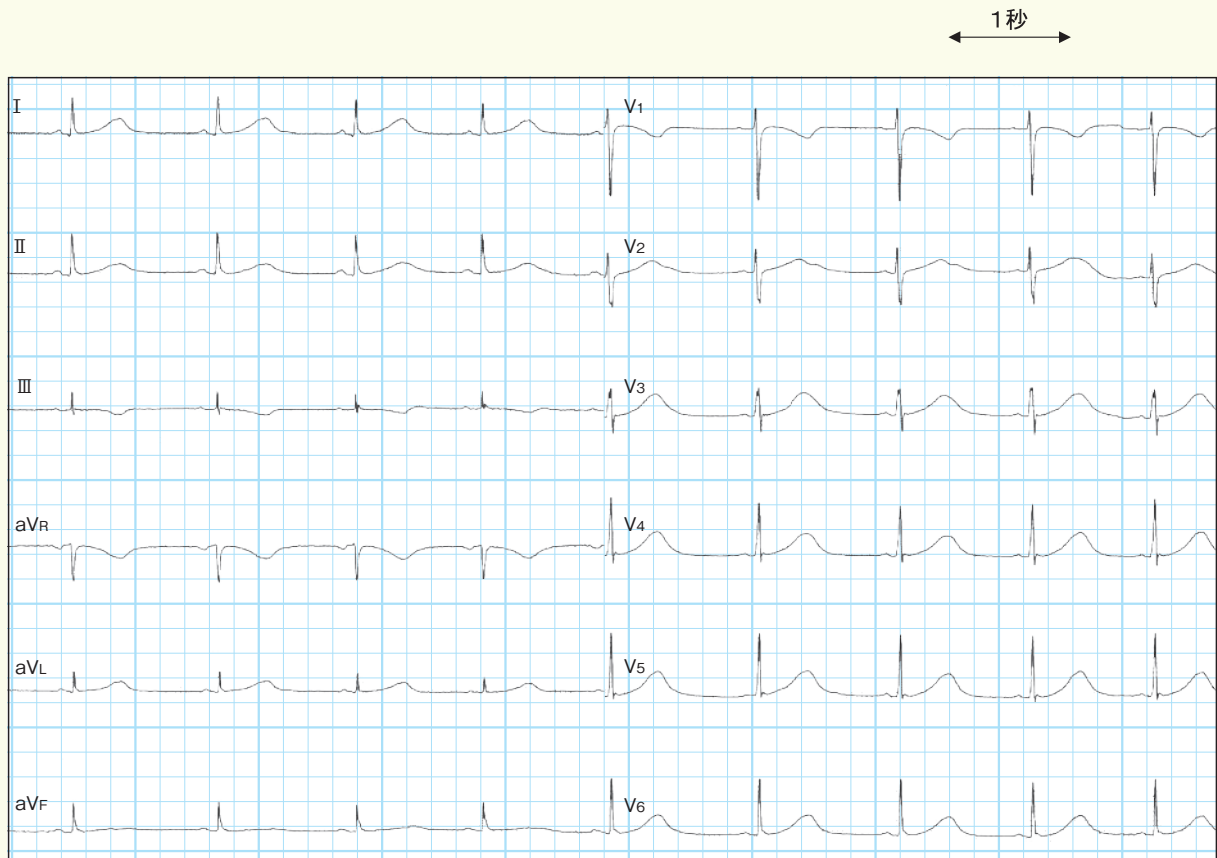
## 波形異常と不整脈の関係

QT延長 ⇒ QT延長症候群 → torsade de pointes

QT短縮 ⇒ QT短縮症候群 → 心室細動

QT延長/短縮がみられる心電図、  
QT間隔に着目！

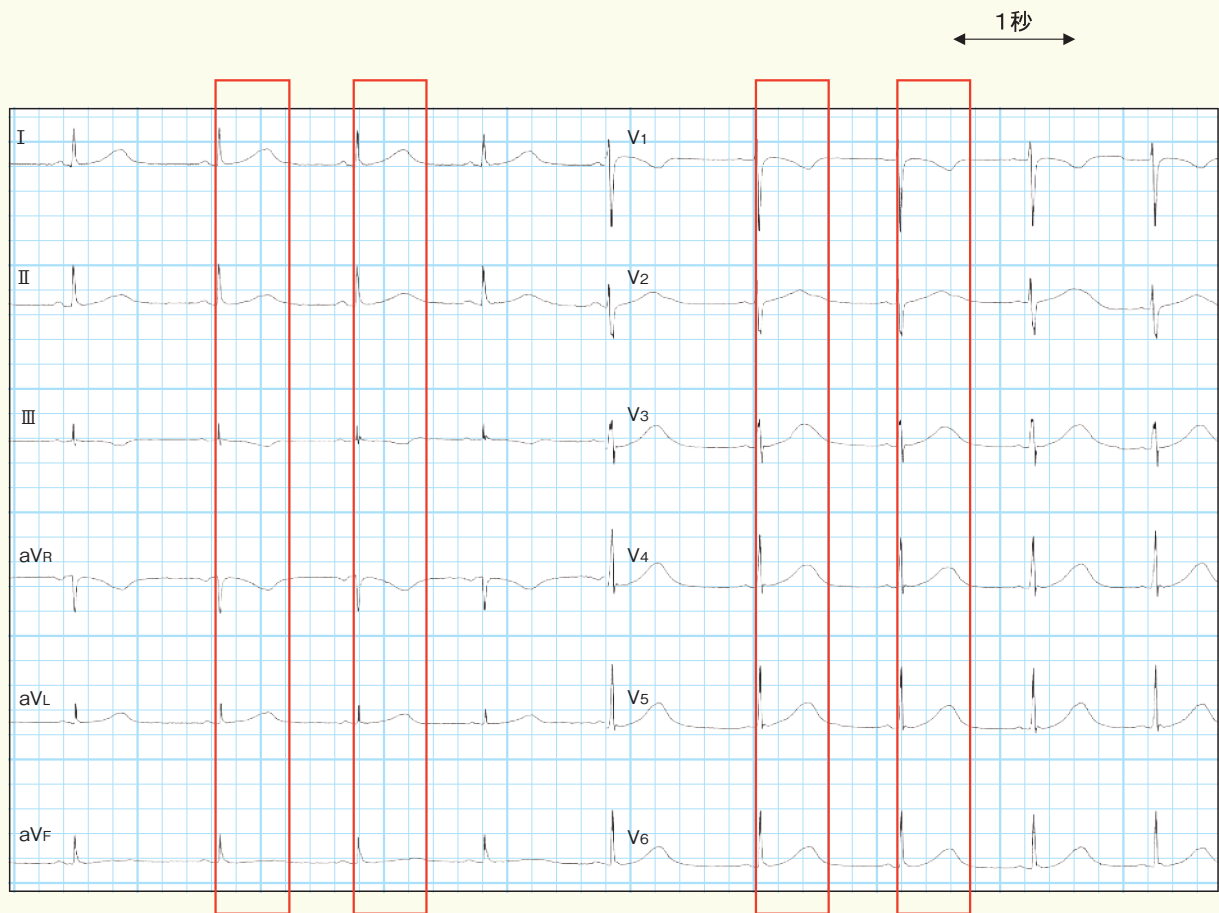
## QT-1 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

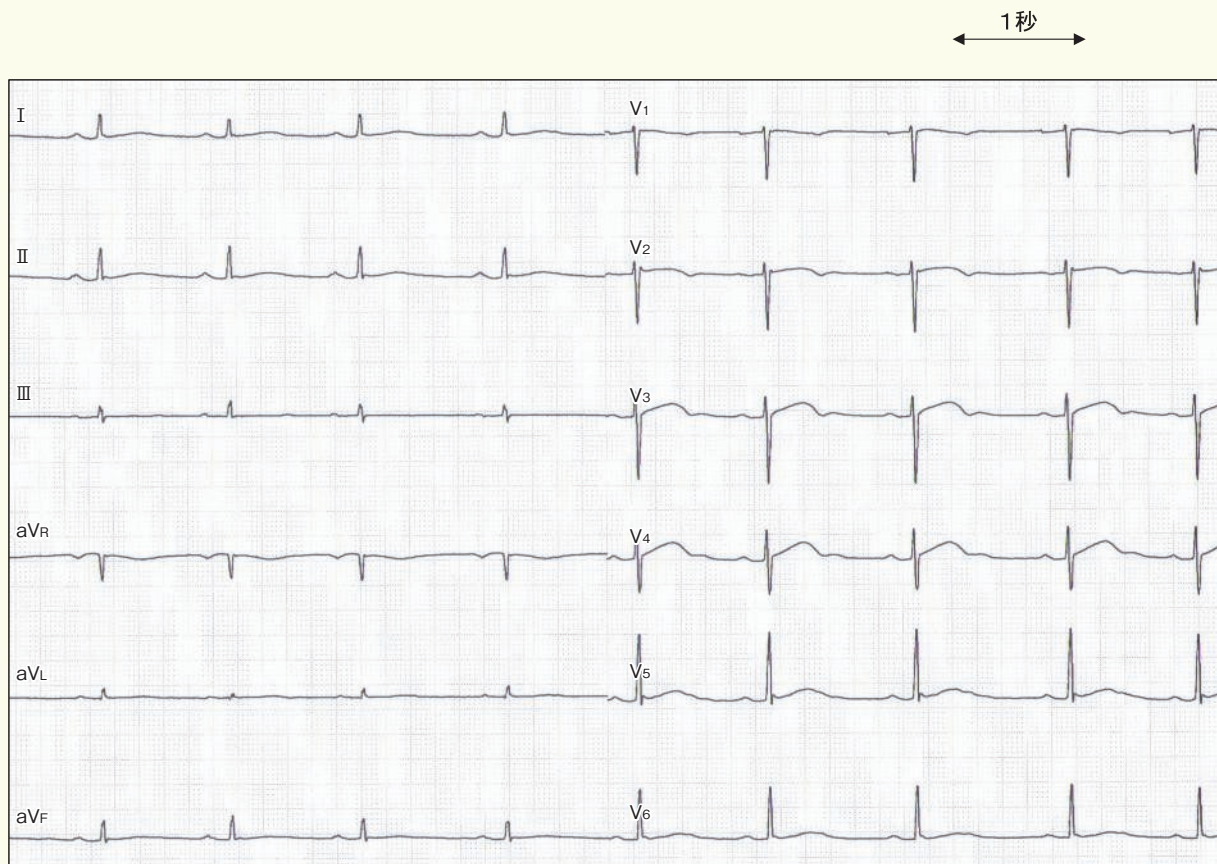
20歳の女性。先天性QT延長症候群 (LQT) で、中学時に運動中失神発作の既往がある。

# QT - 1 Answer



T波は全体に幅広く (**wide-based T wave**)、QT間隔は0.6秒、QTcも0.6と**高度のQT延長**がみられる (□)。 **$I_{Kr}$ チャンネルの遺伝子異常によるLQT1**の可能性が高い。

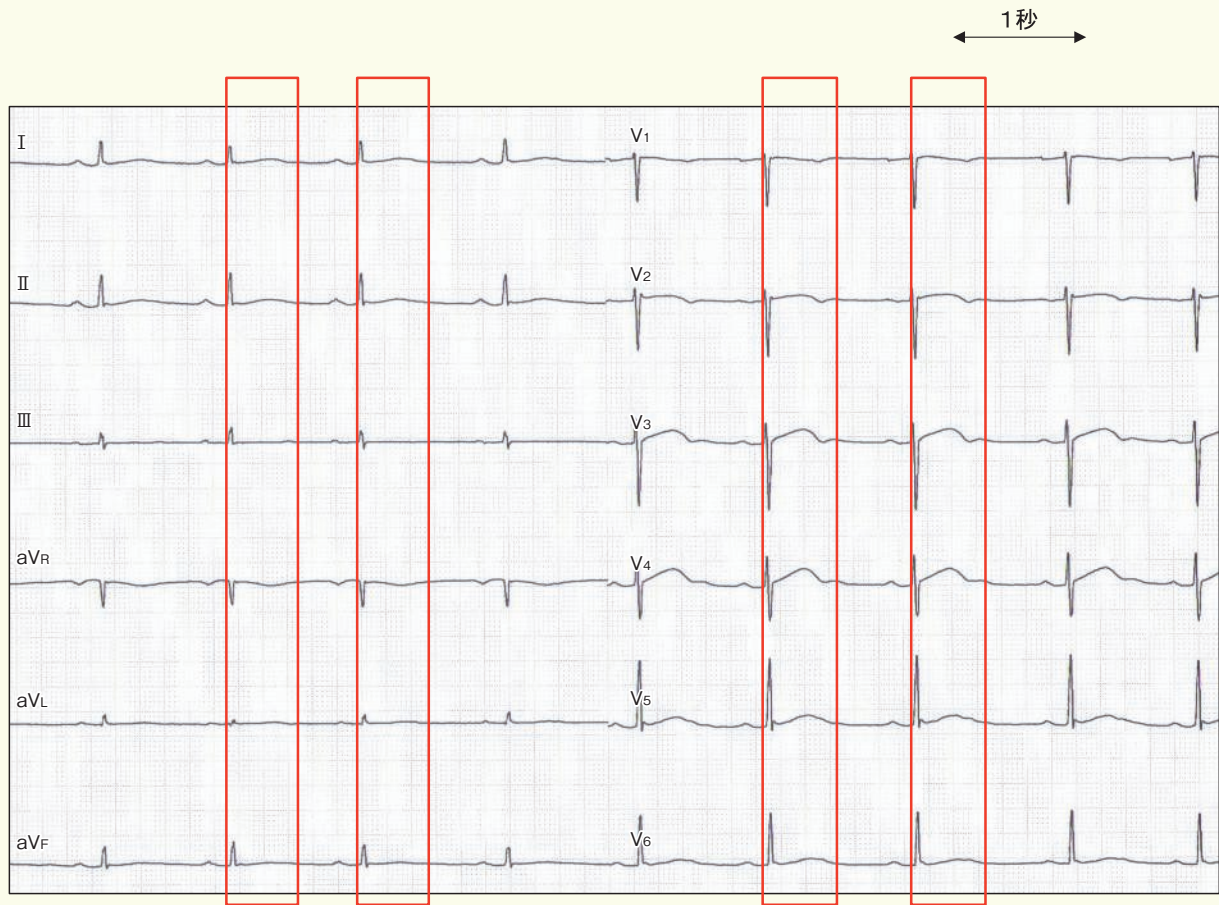
## QT-2 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

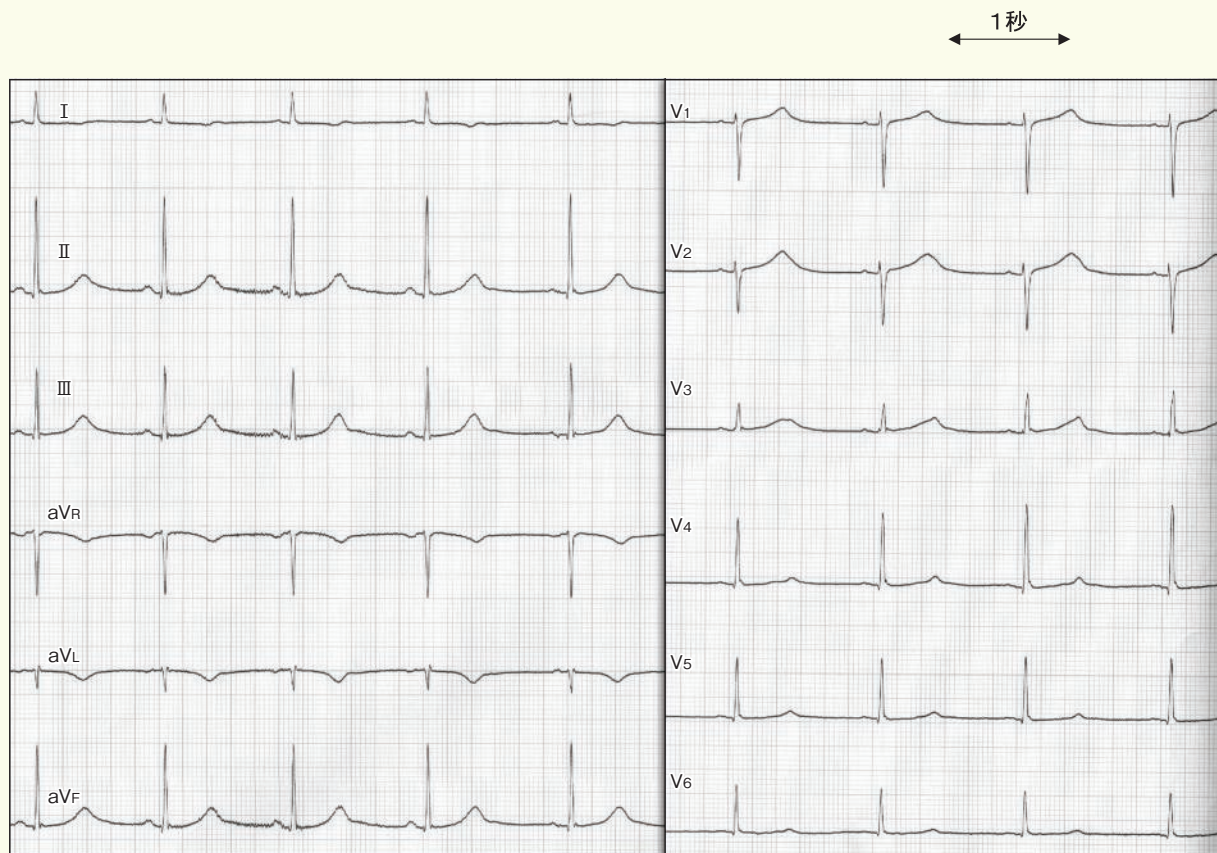
40歳の男性。18歳時、運動中失神発作を起こし、以来20年以上にわたって $\beta$ 遮断薬を服用している。

# QT - 2 Answer



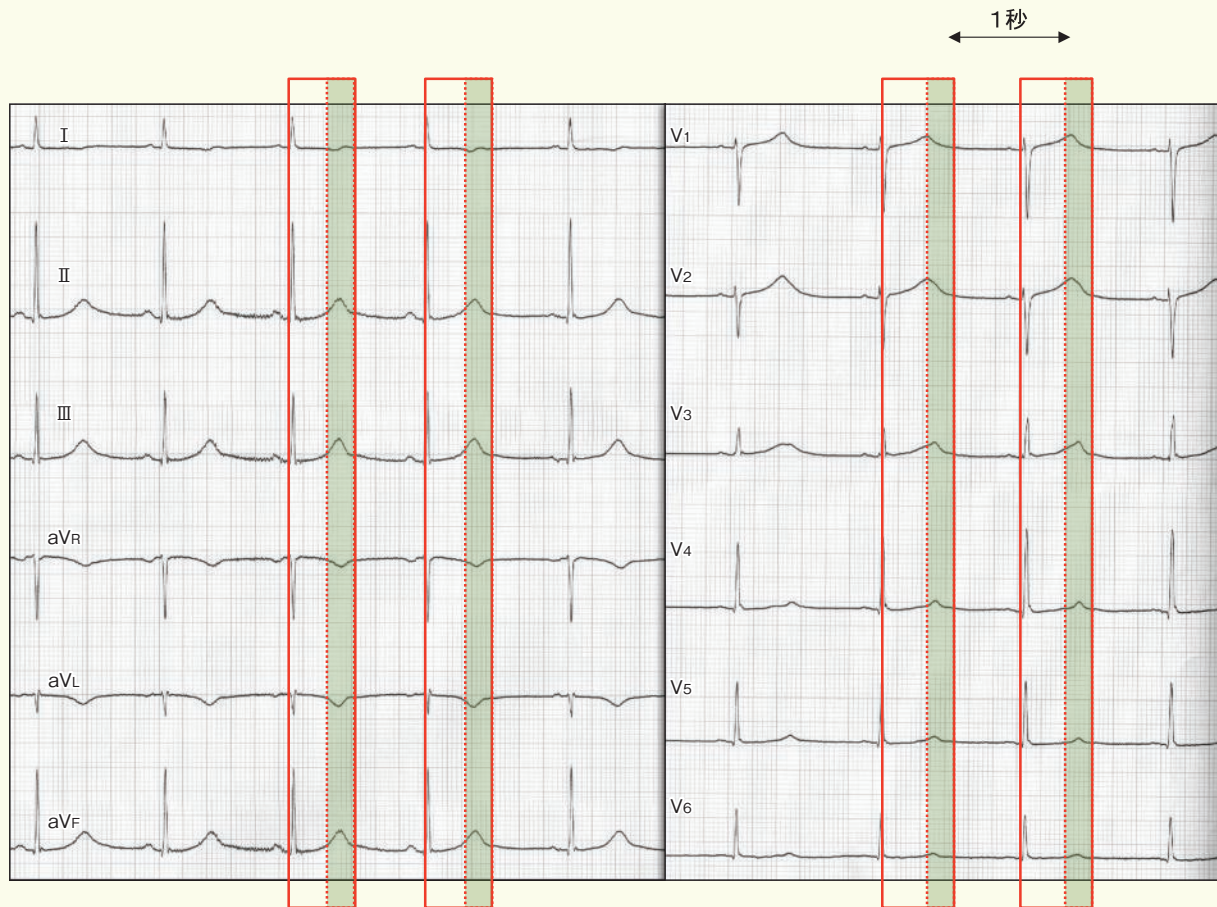
QT/QTc: 0.55/0.52程度の軽度のQT延長でT波の振幅は小さいが、wide-based T waveでLQT1と考えられる。

## QT-3 Question



12誘導を6誘導ずつ順次記録。  
70歳の女性。小児期から心電図異常を指摘されていた。

# QT - 3 Answer



QT/QTc : 0.53/0.50と**有意のQT延長**を認める (□)。ST平坦部が長くT波の出現が遅い (**late onset T wave**; ■) ことから、**LQT3**の可能性も考えられる。

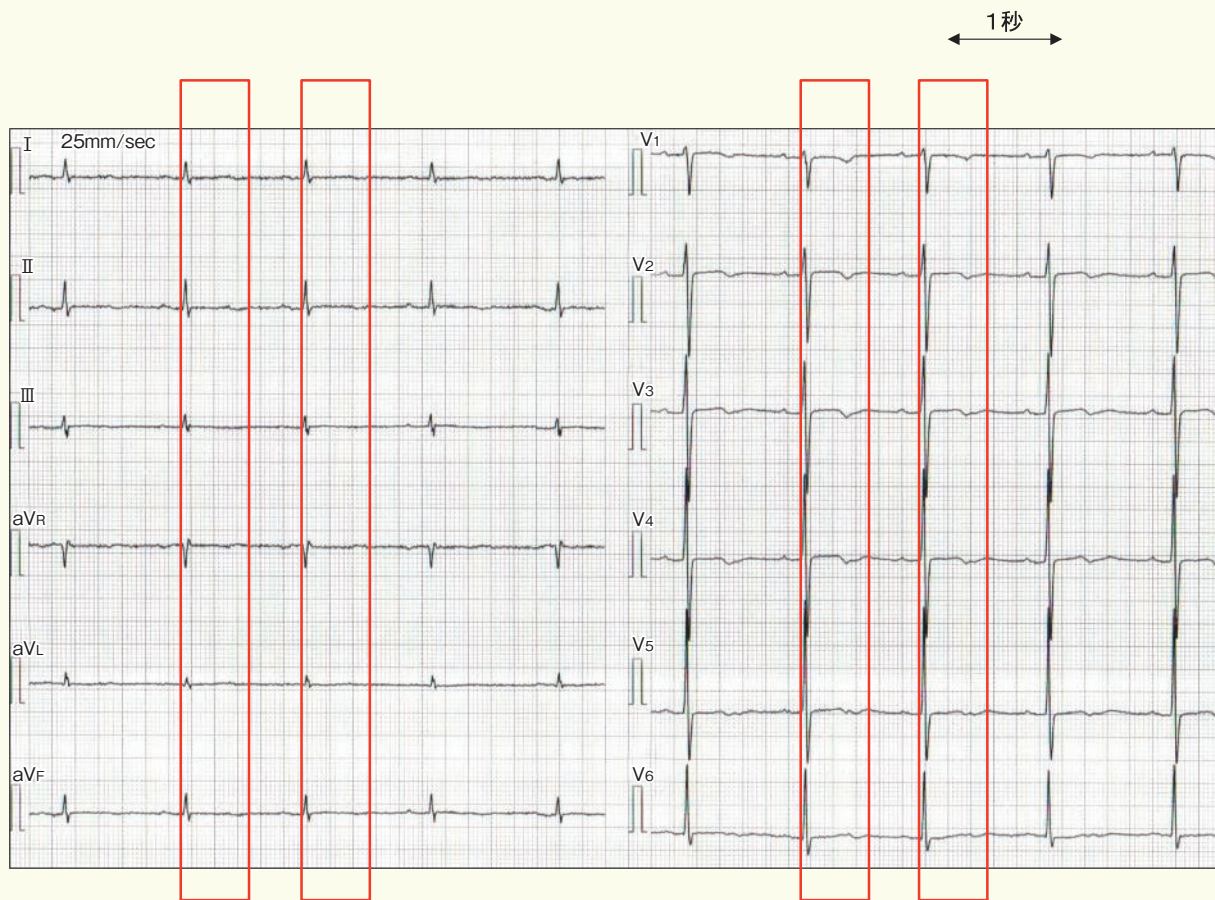


## QT-4 Question



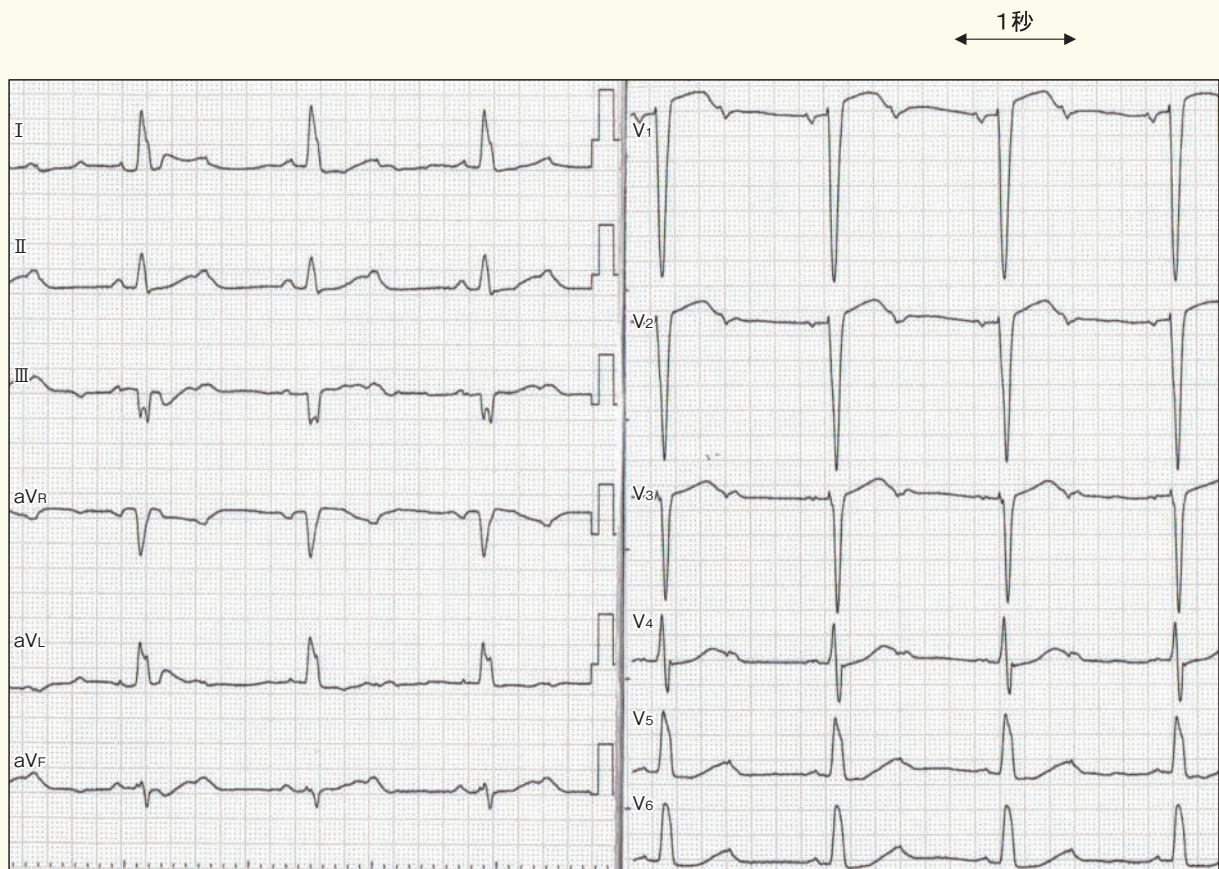
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
40歳の女性。健康診断時に記録。

# QT - 4 Answer



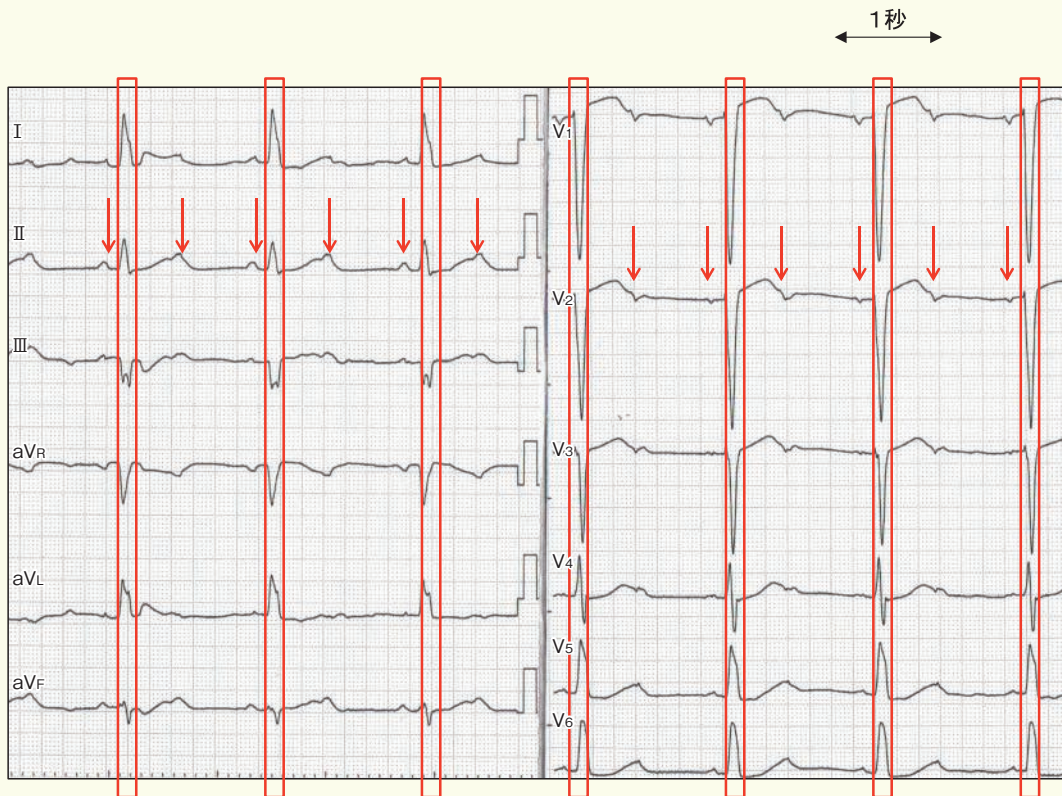
すべての誘導でT波が平低化、陰性化しているためQT間隔の計測は難しいが、QT/QTc : 0.58/0.53程度のQT延長を認める (□)。明らかな基礎疾患やQT延長をきたす病態がない例でみられたもので、**先天性QT延長症候群 (LQT2)** の可能性が考えられる。

## QT-5 Question

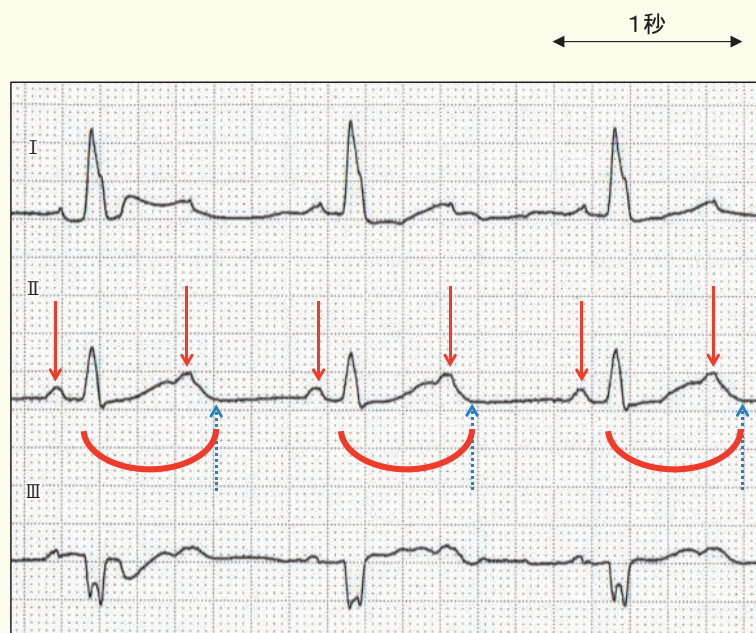


12誘導を6誘導ずつ順次記録。  
66歳の男性。虚血性心疾患で通院中の記録。

# QT-5 Answer

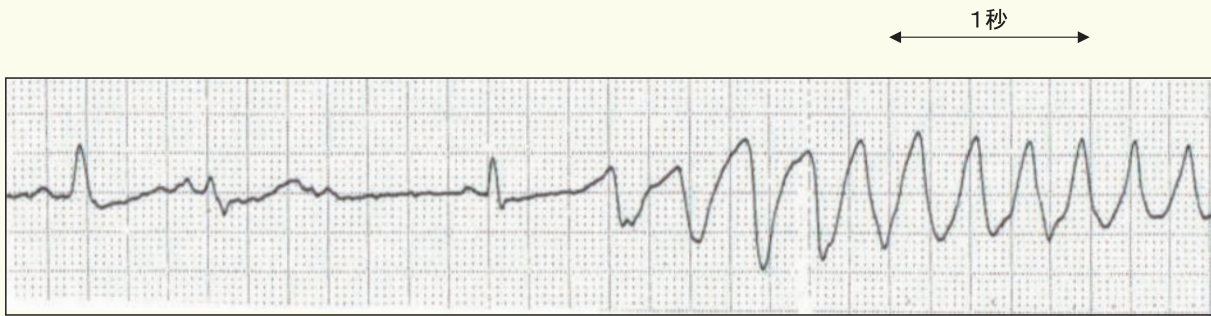


矢印(↓)でP波、四角(□)でQRS波を示す。2対1房室ブロックで完全左脚ブロックを呈しており、心拍数45/分の徐脈状態である。



I～III誘導を拡大した。T波の上にP波が重畳しているが、矢印(↓)で示すP波の形態からみてT波の終了点は上向き矢印(↑)付近にあると考えられ、QT間隔は0.69秒程度まで大きく延長しているようである(∪)。徐脈による生理的QT延長の要素もあるが、心拍数で補正したQTcでも0.58と**著明なQT延長状態**にあると判断される。

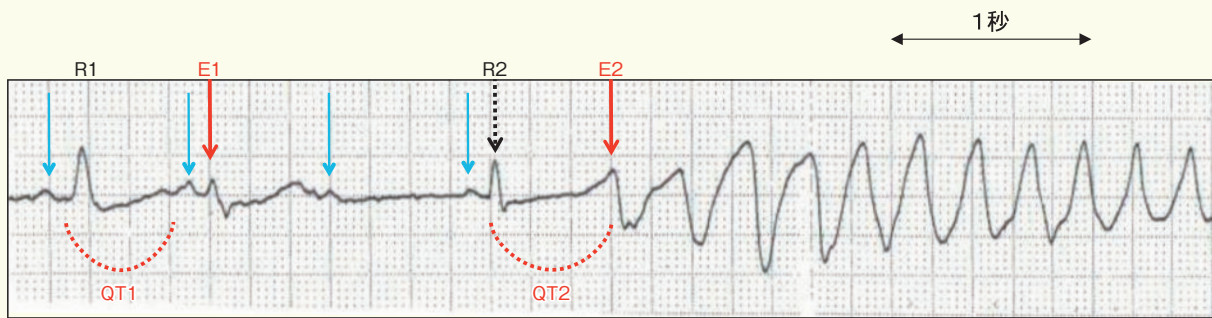
## QT-6 Question



モニター心電図の一部を拡大。

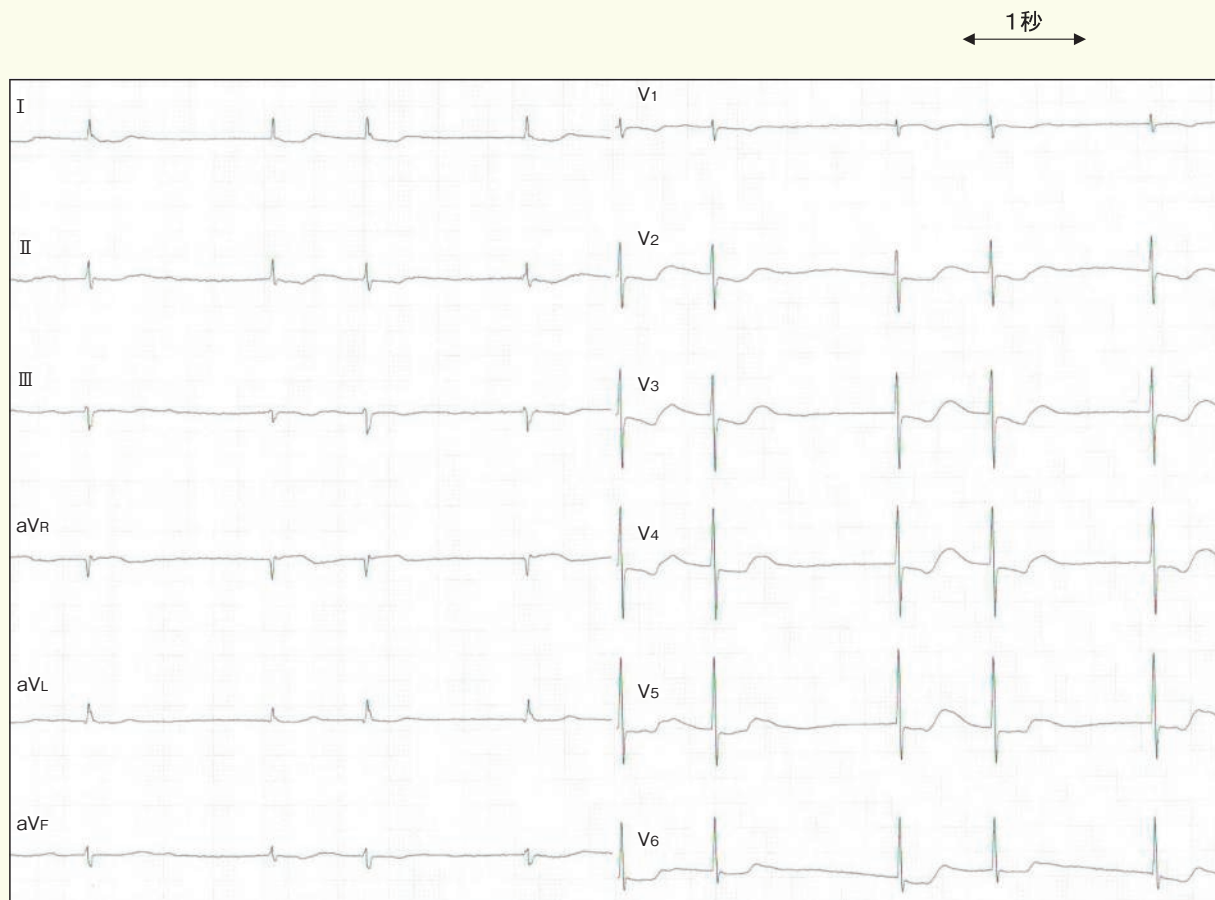
85歳の男性。高度房室ブロックに対してペースメーカー植込み目的で入院中のモニター心電図記録。

# QT - 6 Answer



高度房室ブロックによる徐脈に伴ってTdPが発生した際の心電図である。注目すべきはR on T型心室期外収縮の起こり方で、E1(↓)ではT波が終了してから期外収縮が発生しているのに対し、E2(↓)はまさにT波の頂点で期外収縮が起こっているのがわかる。E1とE2を比較すると、先行収縮からの連結期は0.65秒と0.6秒で、E2がやや早いタイミングで発生していることに加え、先行QT間隔がQT2(⋯)で明らかに延長していることがR on Tとなった要因であると考えられる。高度房室ブロックに伴って、R2(↓)の前に長いpauseが形成されたために起こった現象と判断される。このような周期をlong-short cycleと呼ぶ。

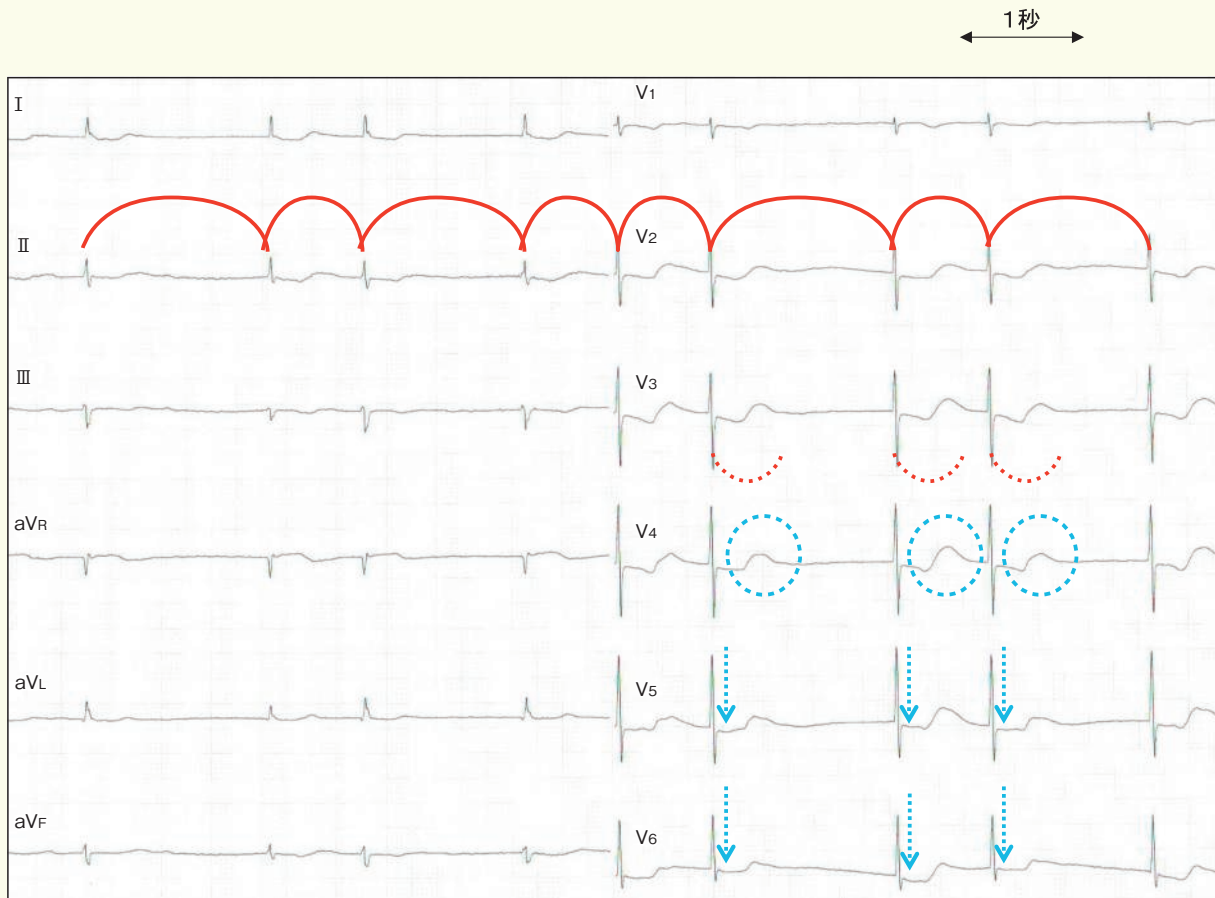
## QT-7 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

82歳の男性。慢性心房細動に対しジギタリス製剤を用いていた。

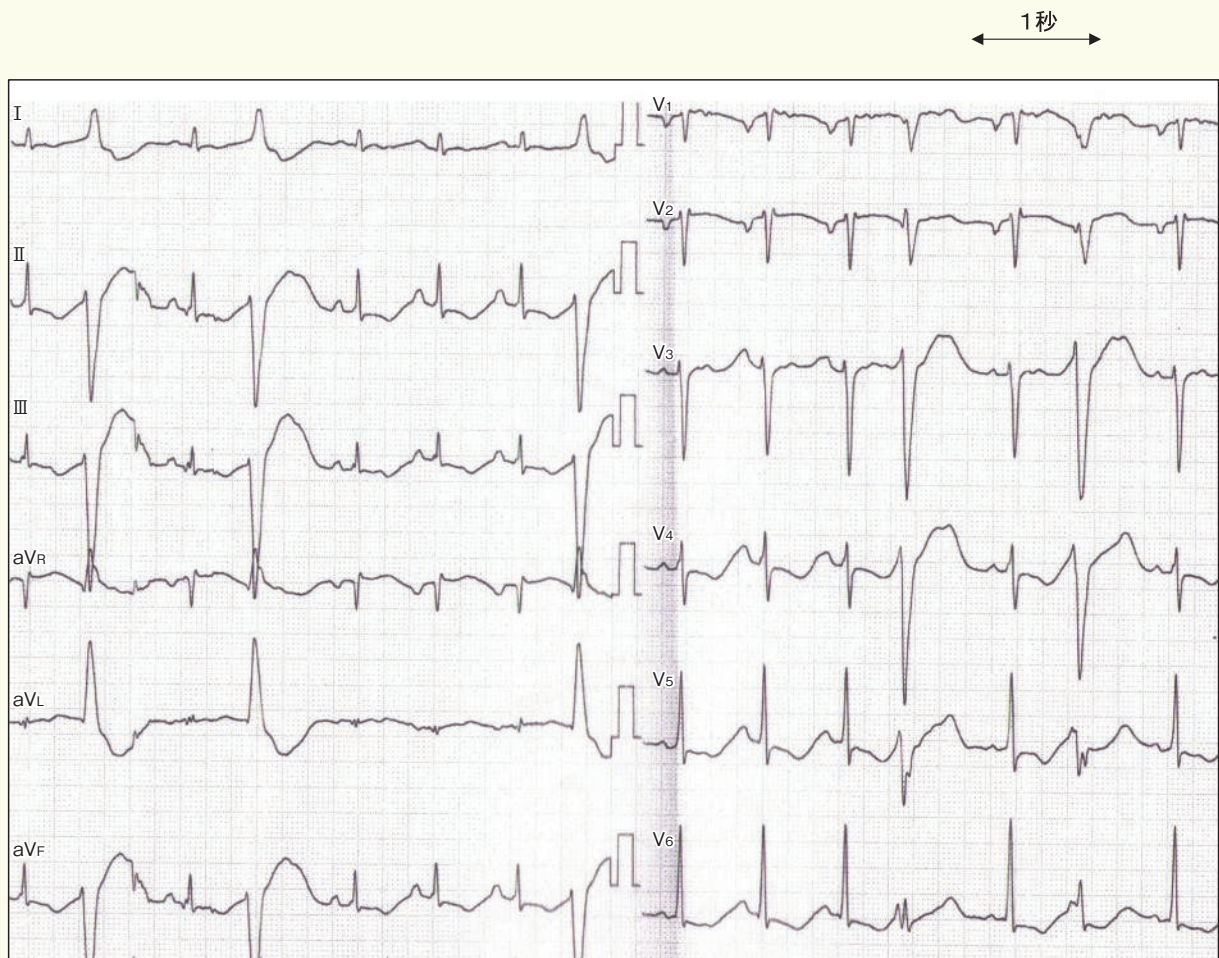
# QT - 7 Answer



二次性QT延長の最も多い原因の一つに**低カリウム血症**が挙げられる。本例は**心房細動**に対するジギタリス治療中に、**ジギタリス中毒**と思われる消化器症状とともに**低カリウム血症**（血清K値 3.1 meq）をきたした。心電図では心拍数40/分前後の**徐脈性心房細動**（）に加えて、著明な**QT延長**（）、**巨大U波**（）、**盆状ST低下**（）などがみられる。



## QT-8 Question



12誘導を6誘導ずつ順次記録。

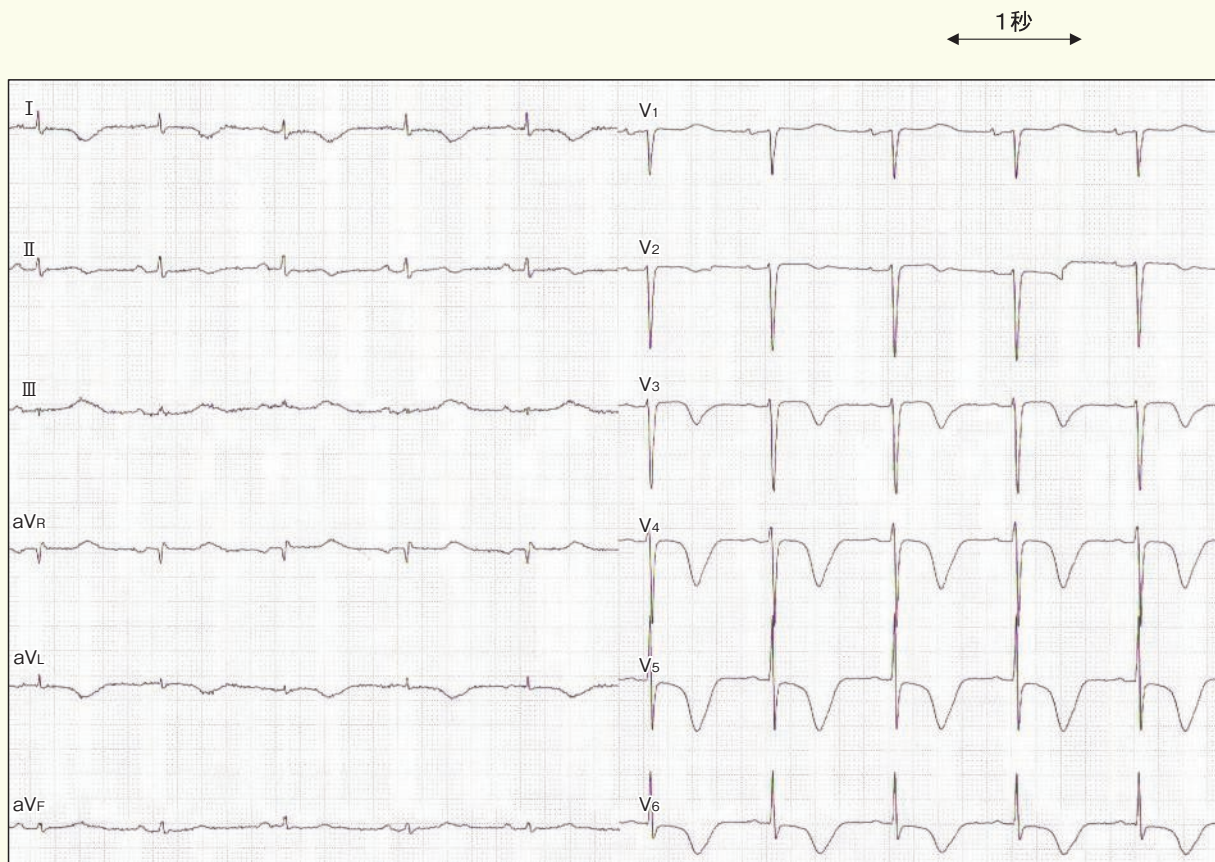
80歳の女性。降圧利尿薬服用中、血清K値 1.6 meqと極端な低カリウム血症の状態記録した心電図。

## QT - 8 Answer



リズムは洞調律であるが、連結期の短い心室期外収縮が頻発している。多くの誘導でT波が陰転し、QT/QTc : 0.55/0.66程度の著明なQT延長がみられる(⋯)。特に、左脚ブロック上方軸型心室期外収縮波形のQT間隔は0.7秒近くまで延長しており、TdP発生のリスクが高いと判断される。

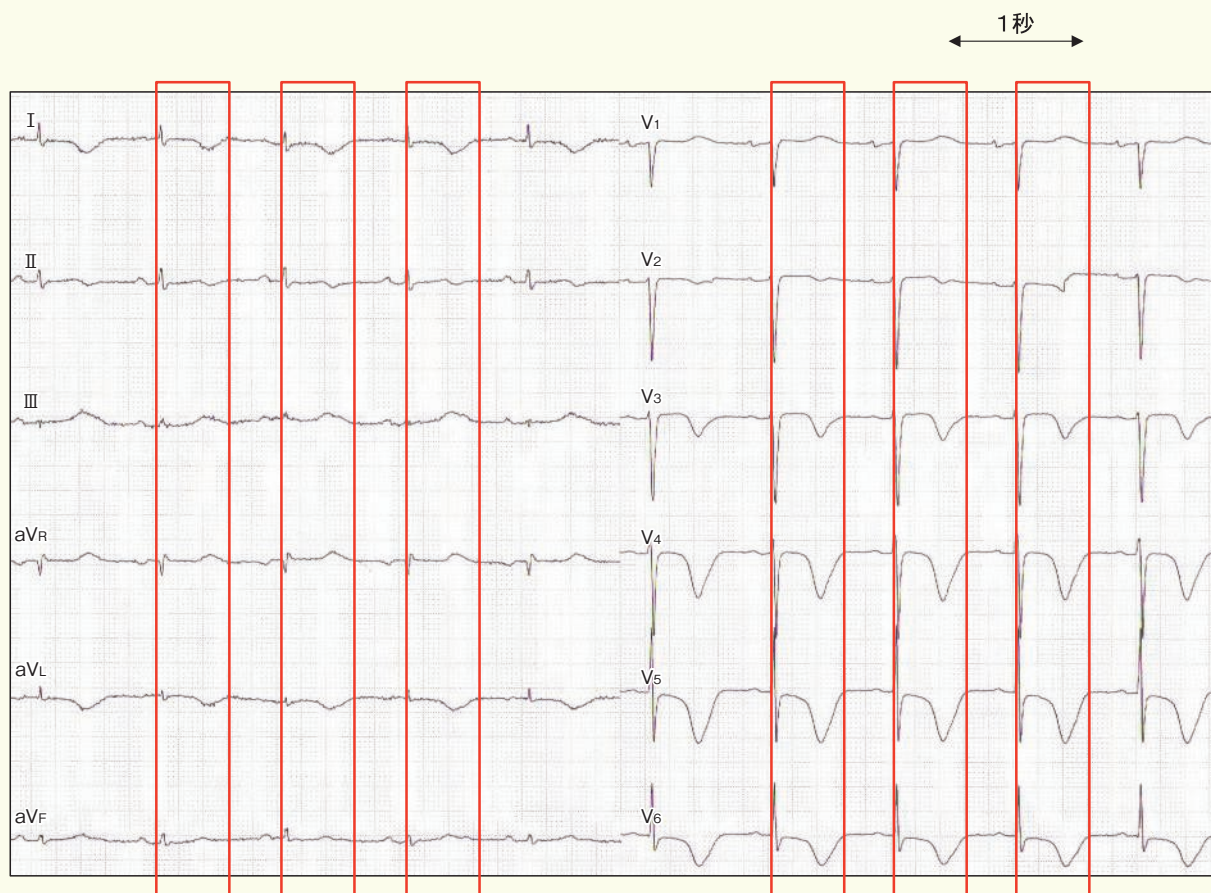
## QT-9 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

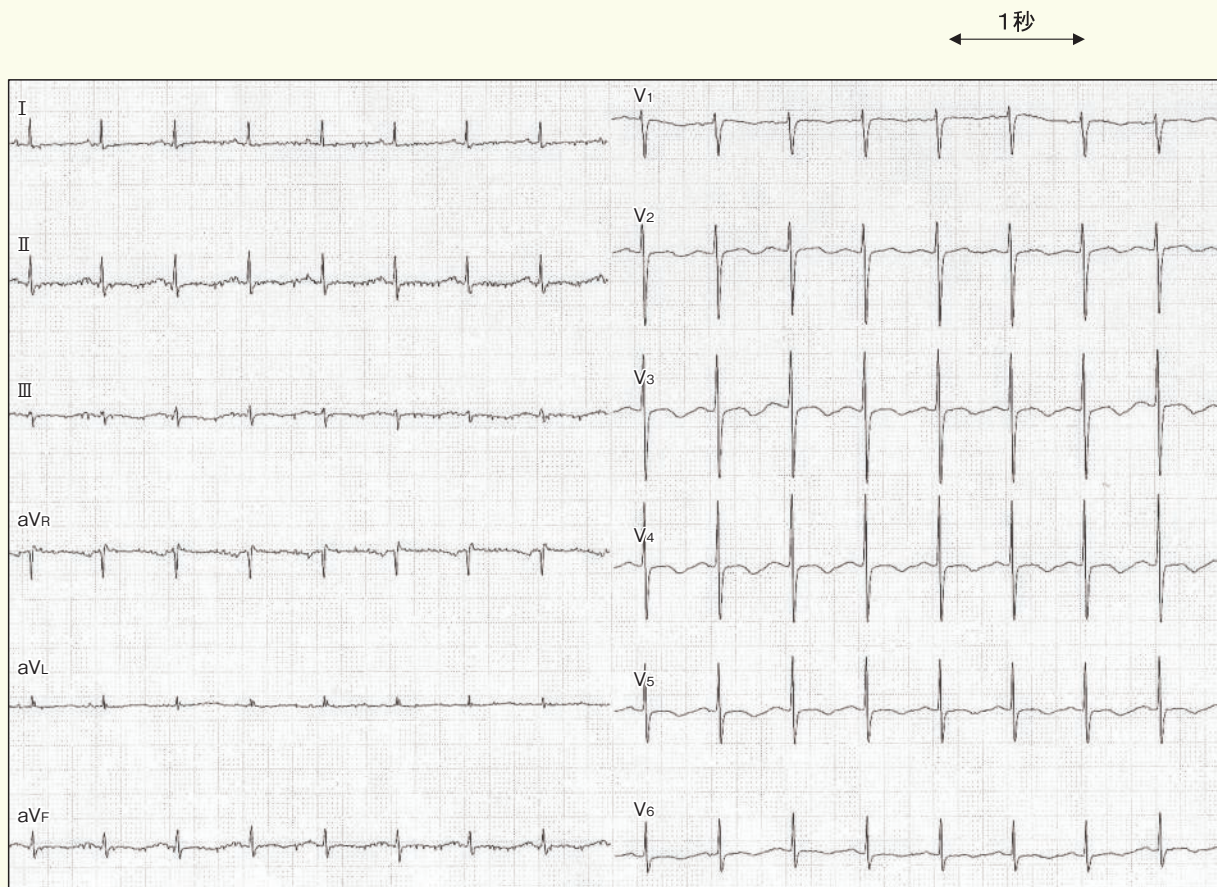
83歳の男性。副甲状腺機能低下症にて通院中、血清Ca値 6.3 mg/dlと高度の低カルシウム血症を認めた際の記録。

# QT - 9 Answer



I、aV<sub>L</sub>、V<sub>3</sub>~V<sub>6</sub>誘導でT波が陰転し、QT/QTc : 0.62/0.62と**著明なQT延長**がみられる(□)。ほかにQT延長をきたす要因は見当たらず、低カルシウム血症によるQT延長と考えるとよさそうである。

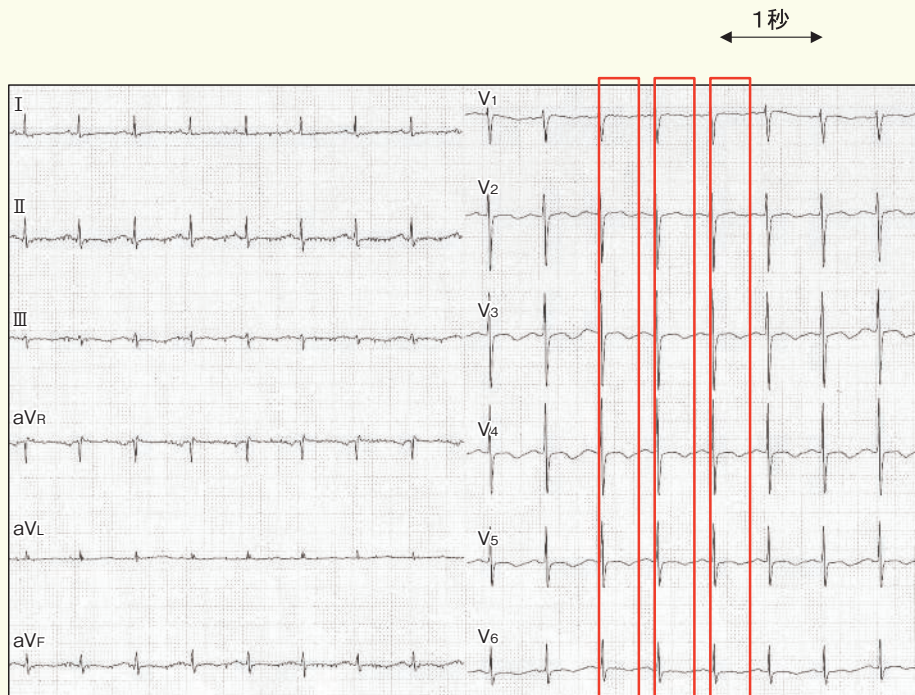
## QT-10 Question



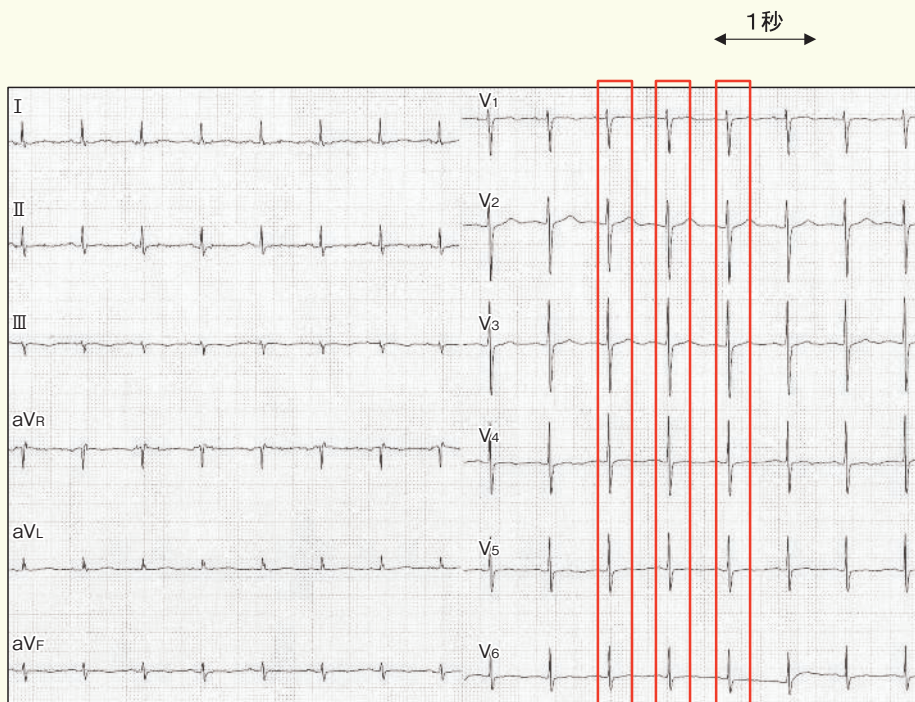
12誘導を6誘導ずつ同時記録。

血清Mg値 1.2 mg/dlと、高度の低マグネシウム血症を呈した患者の心電図。

# QT - 10 Answer

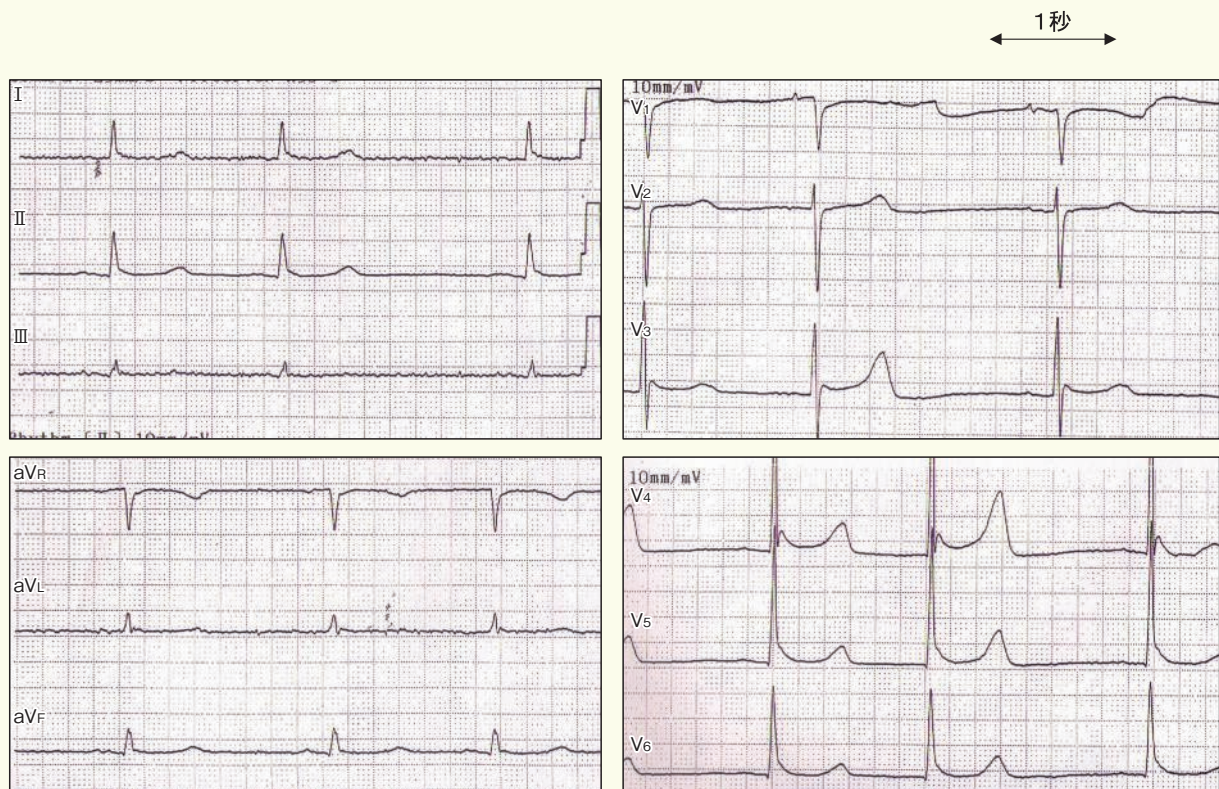


四肢誘導ではT波が平低化しているためQT間隔の計測が不可能であるが、胸部誘導V<sub>3</sub>～V<sub>5</sub>における陰性T波を用いて計測すると、QT/QTc : 0.44/0.57と**明らかなQTc延長**が確認される (□)。



本例で**マグネシウムを補正**し、血清Mg値 2.0 mg/dlと正常化した際の心電図である。平低化、陰性化していたT波は陽性の正常T波形を示し、延長していた**QT間隔**はQT/QTc : 0.38/0.47とほぼ**正常範囲内に回復**している (□)。低マグネシウム血症によるQT延長の報告はあまり多くない。

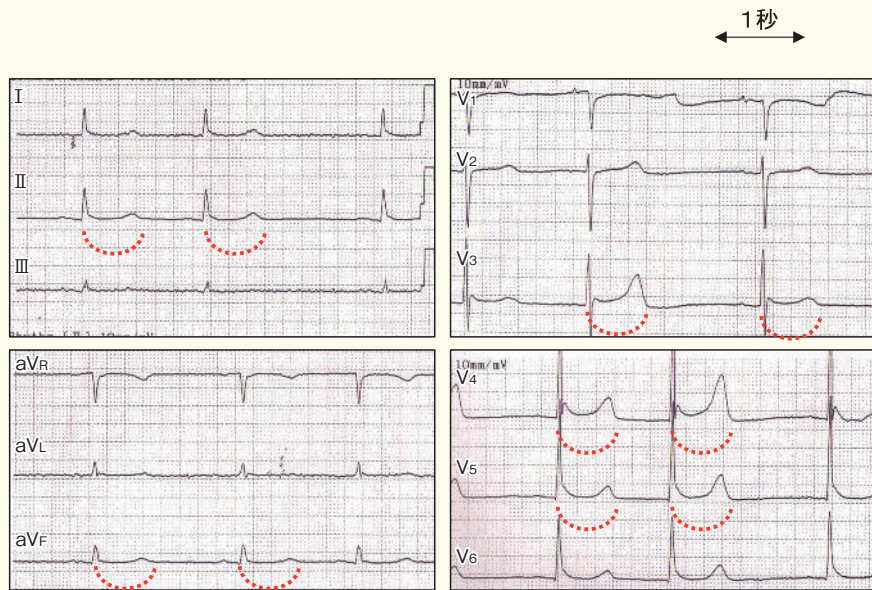
# QT-11 Question



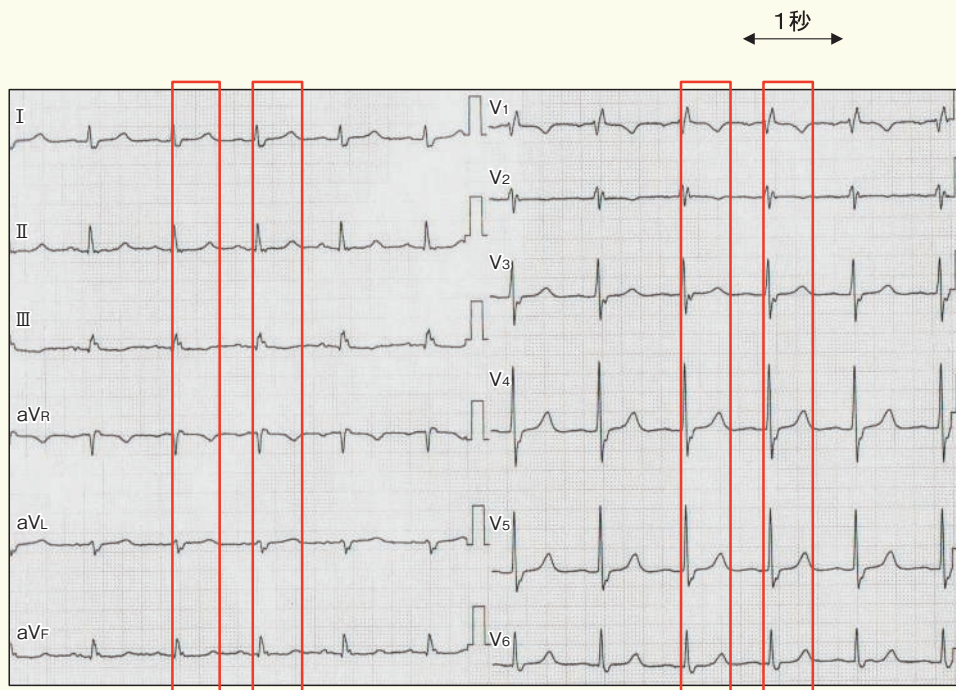
12誘導を3誘導ずつ順次記録。

第Ⅲ章 J (ジェイ) 波の「J-1」と同症例。路上生活者であり、冬季体温30℃の状態では搬送された際の心電図。

# QT-11 Answer



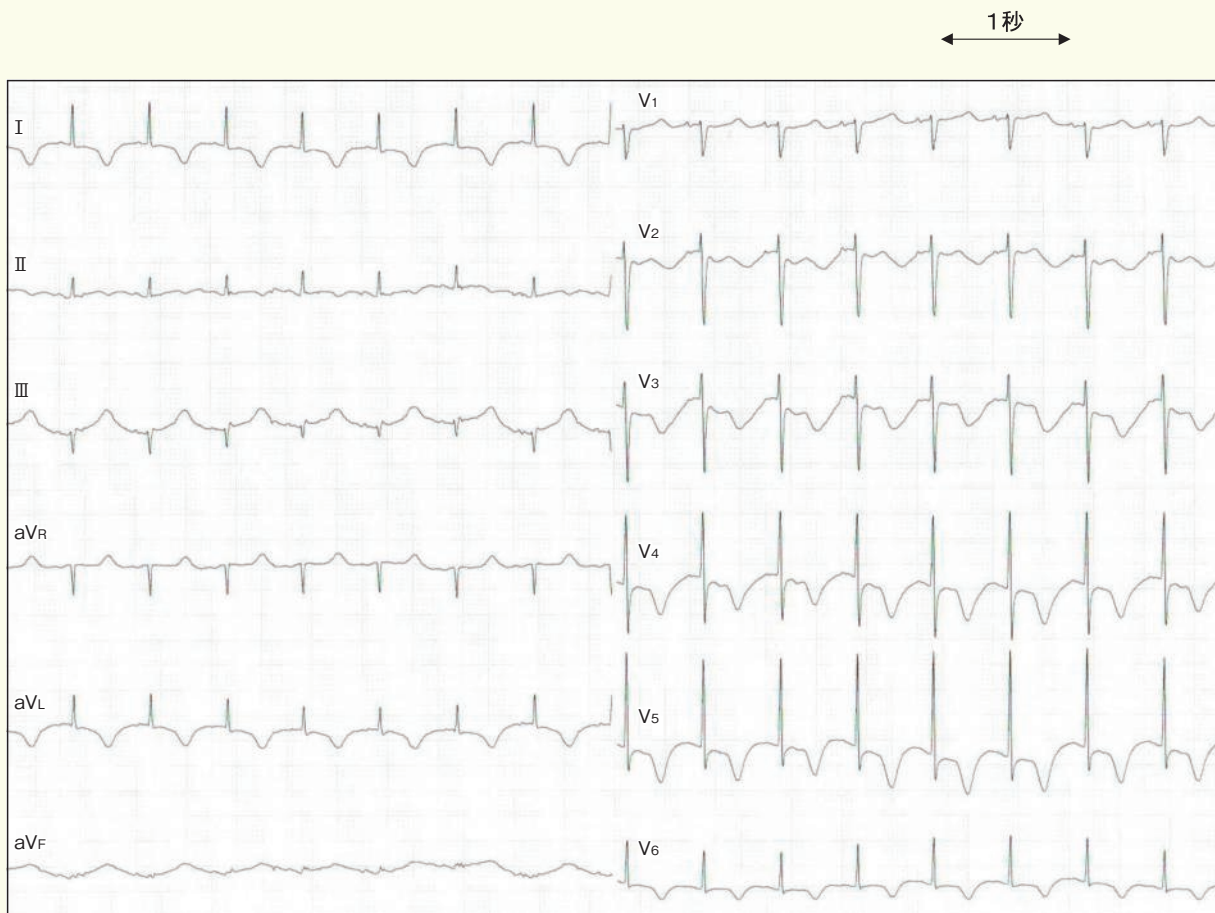
典型的なJ波を認めるばかりでなく、高度の徐脈とともに**著明なQT延長** (QT/QTc : 0.7/0.63) がみられる (⋯)。低体温によるQT延長例である。



体温が36°Cまで復温した際の心電図で、完全右脚ブロックを伴っているが、QT/QTcは0.52/0.57程度まで回復している (□)。



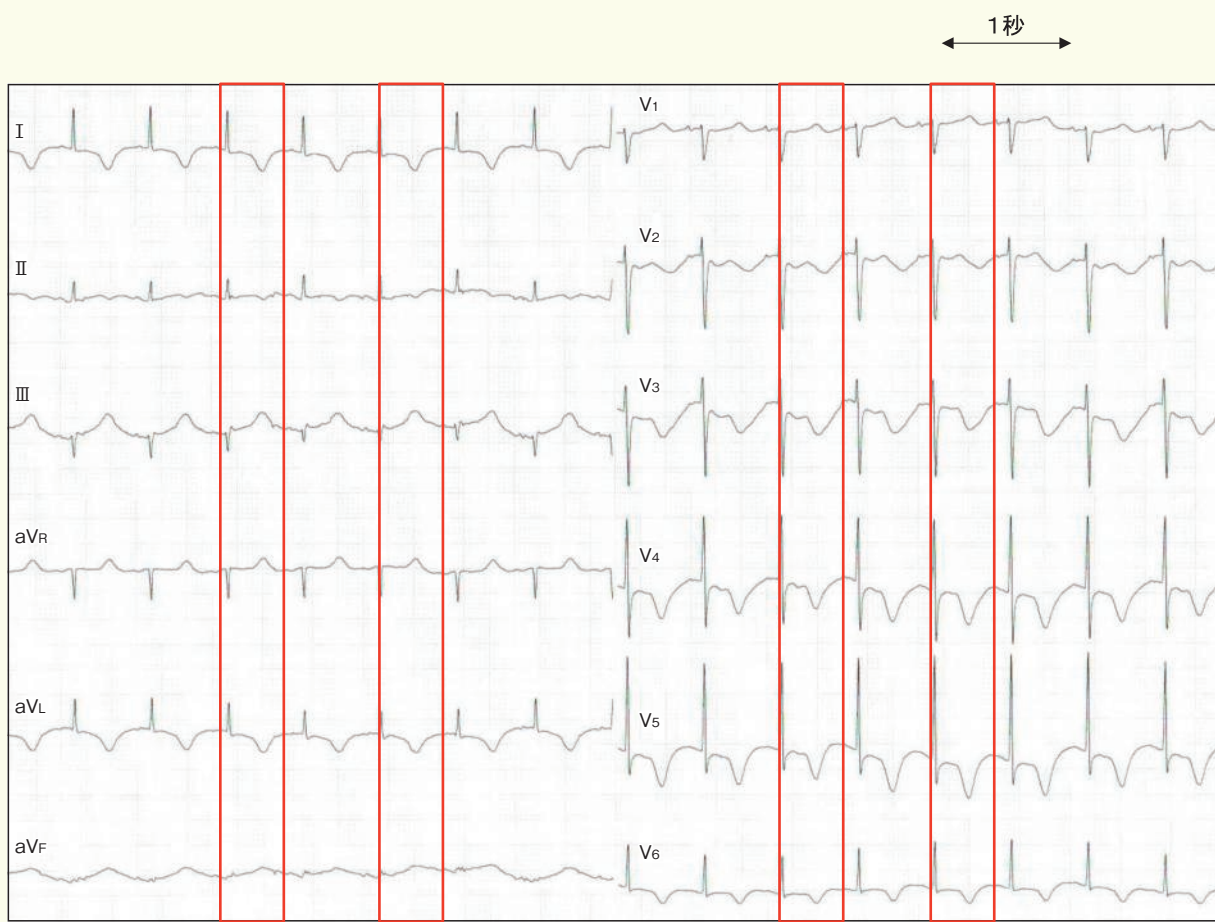
## QT-12 Question



12誘導を6誘導ずつ順次記録。

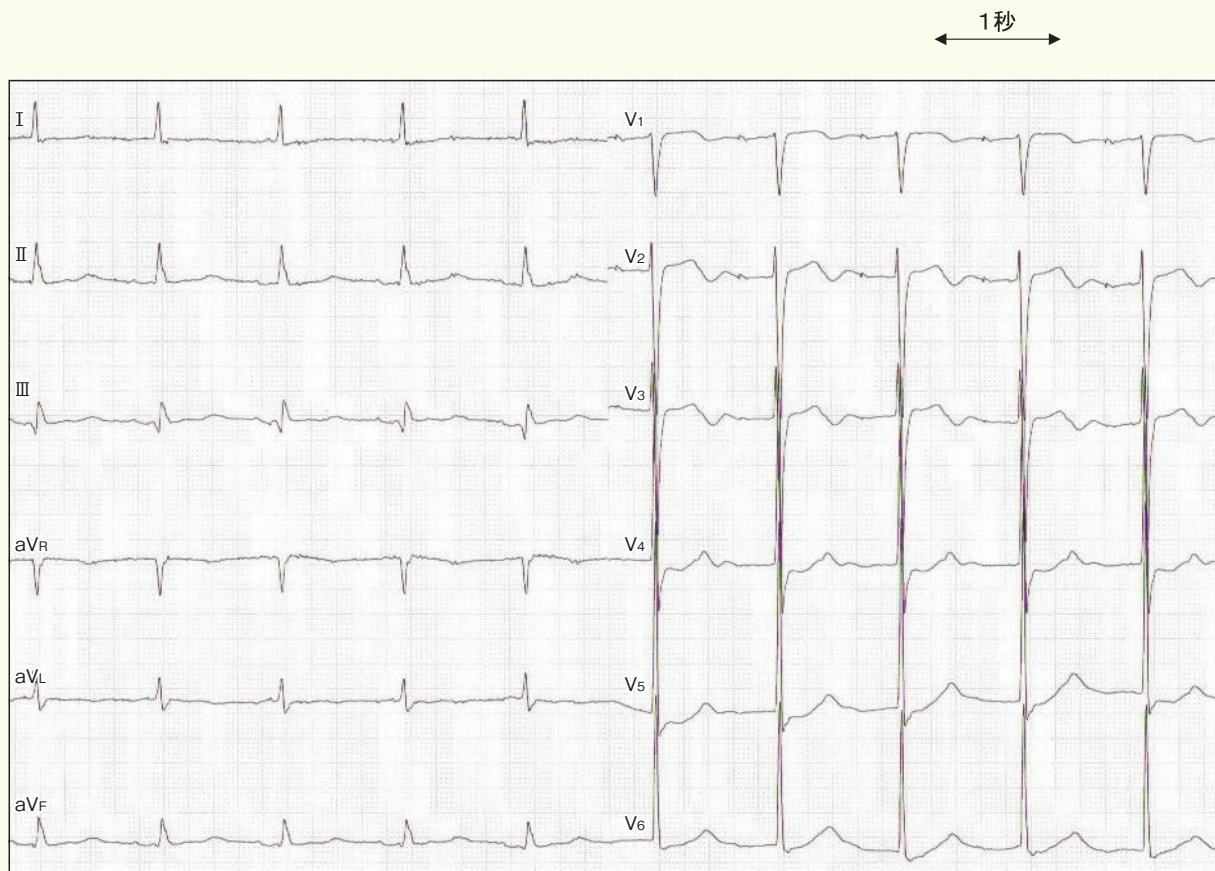
低栄養状態の高齢女性の心電図。血清アルブミン値は1.4 g/dlと極めて低値であった。

# QT - 12 Answer



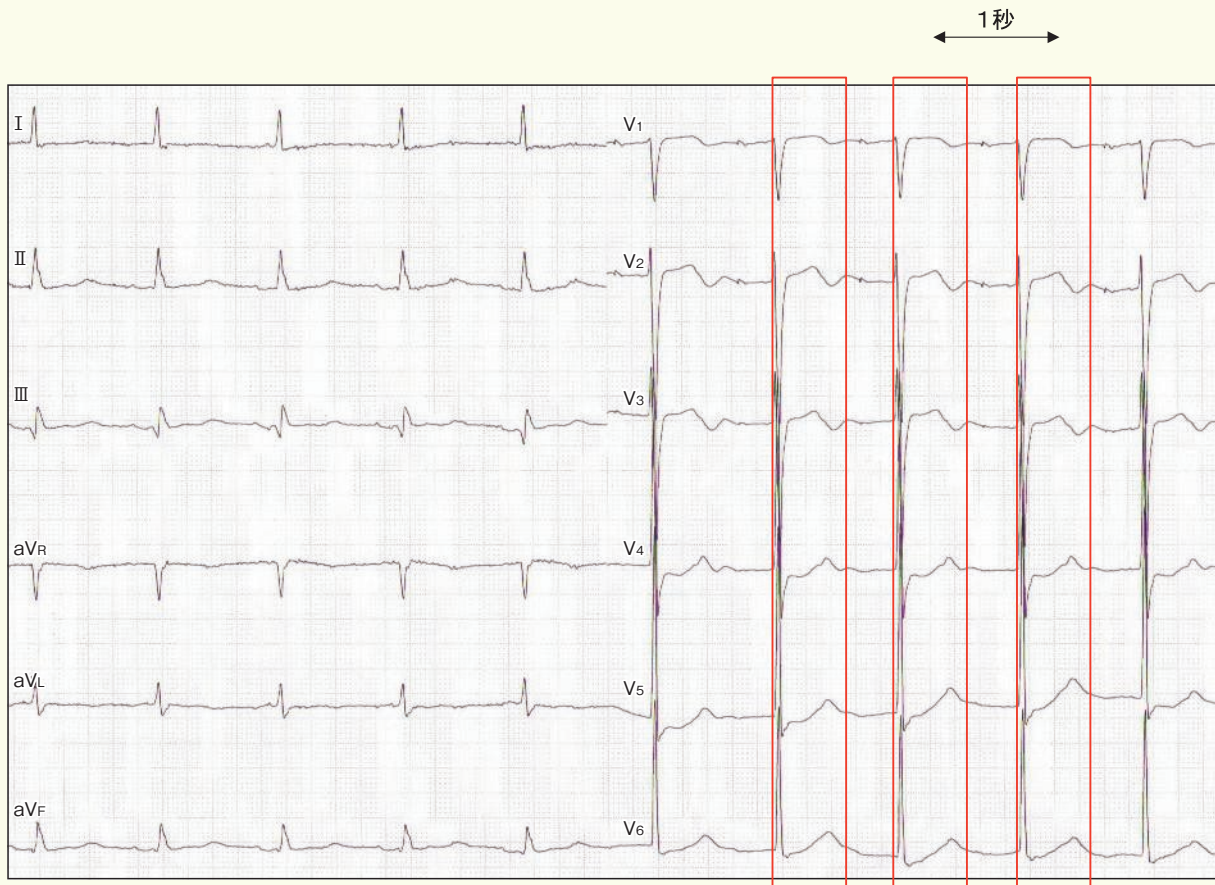
頻脈傾向に加え、多くの誘導でT波が陰転しておりT波終了点を決め難いが、QT/QTc : 0.5/0.65前後の**著明なQT延長**を認める (□)。低アルブミン血症による**QT延長**と判断される。

## QT-13 Question



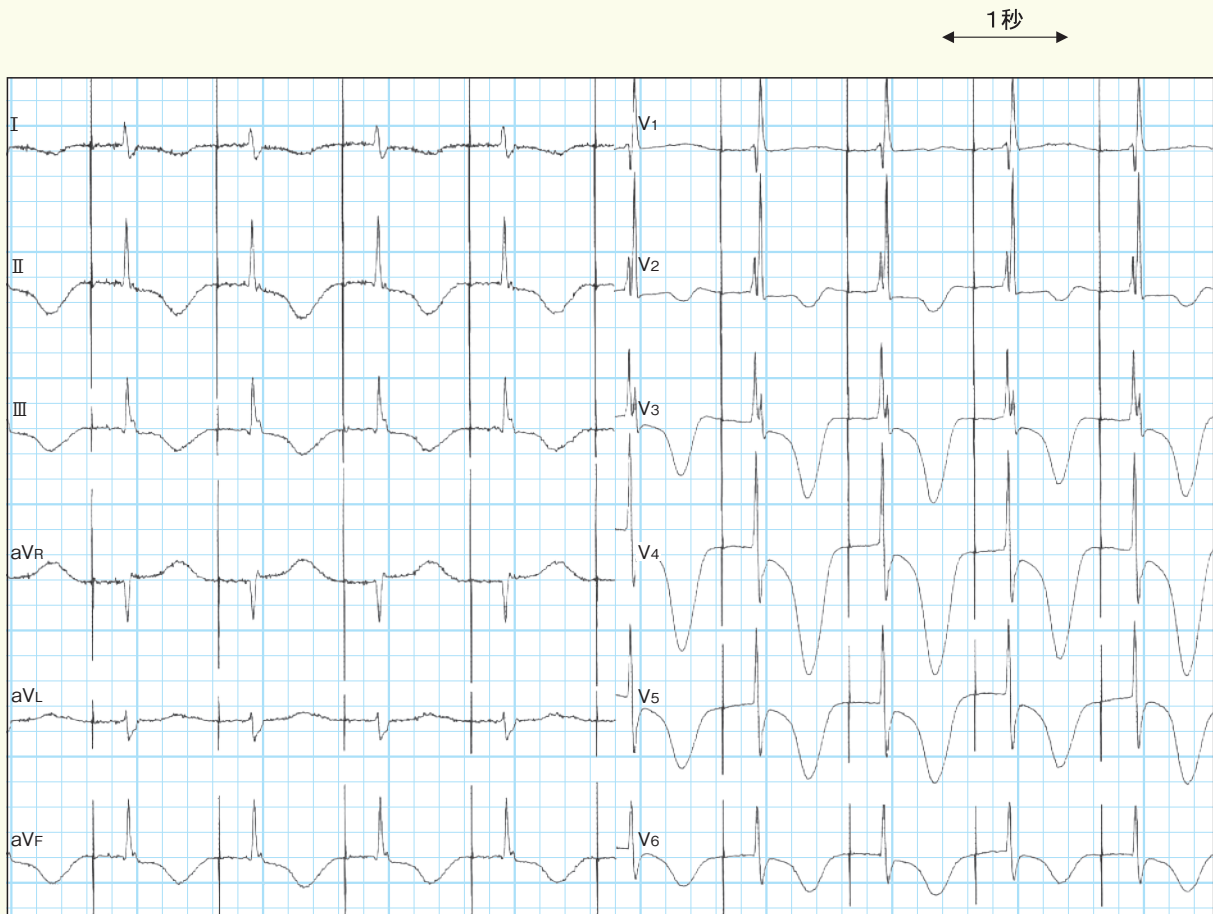
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
狭心症にて入院中の高齢男性で、胸痛発作時の心電図。

# QT - 13 Answer



一部U波の重なりもあるため正確な計測は難しいが、 $V_4 \sim V_6$ 誘導におけるST低下に伴ってQT/QTc: 0.58/0.58程度のQT延長が起こっている (□)。心筋虚血によるQT延長と考えられる。

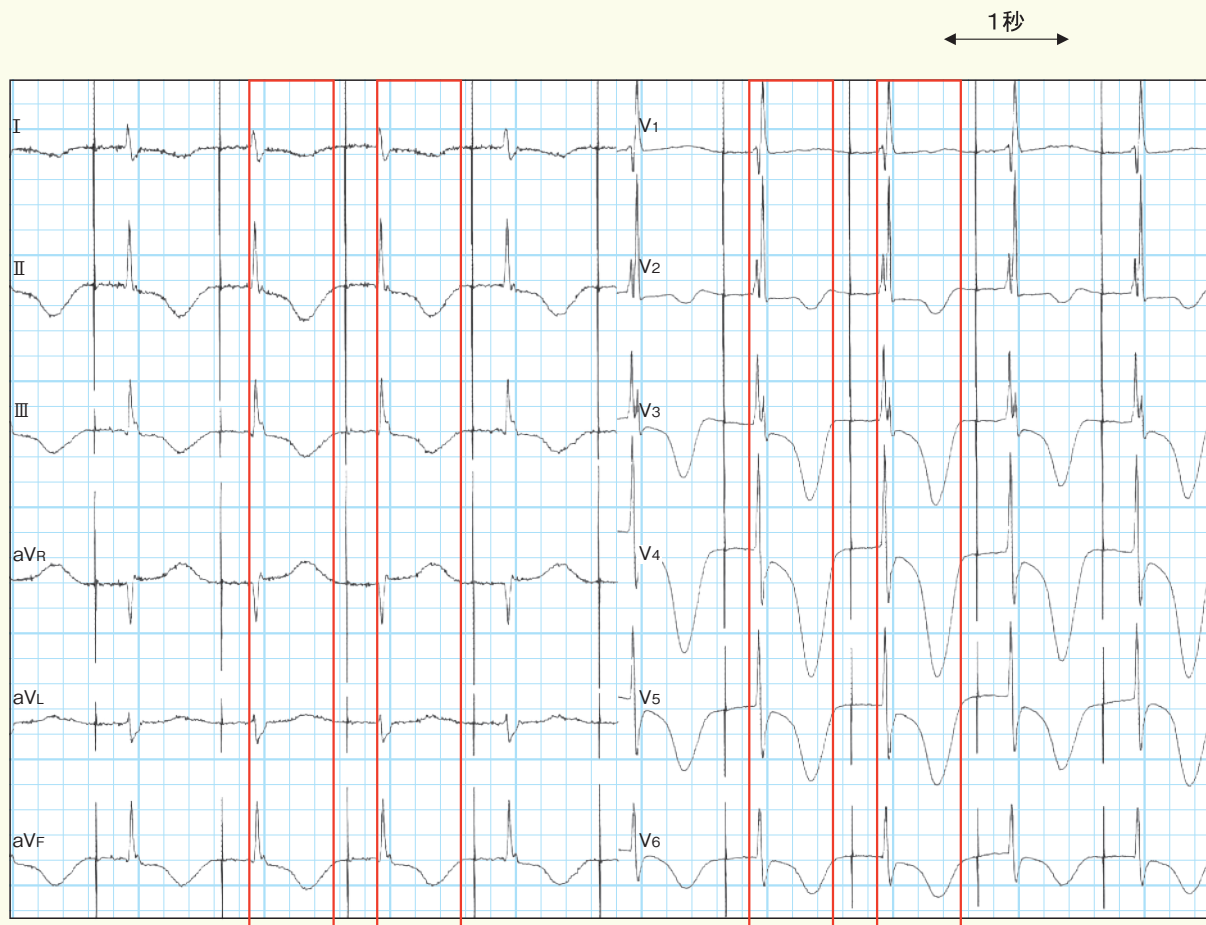
## QT-14 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

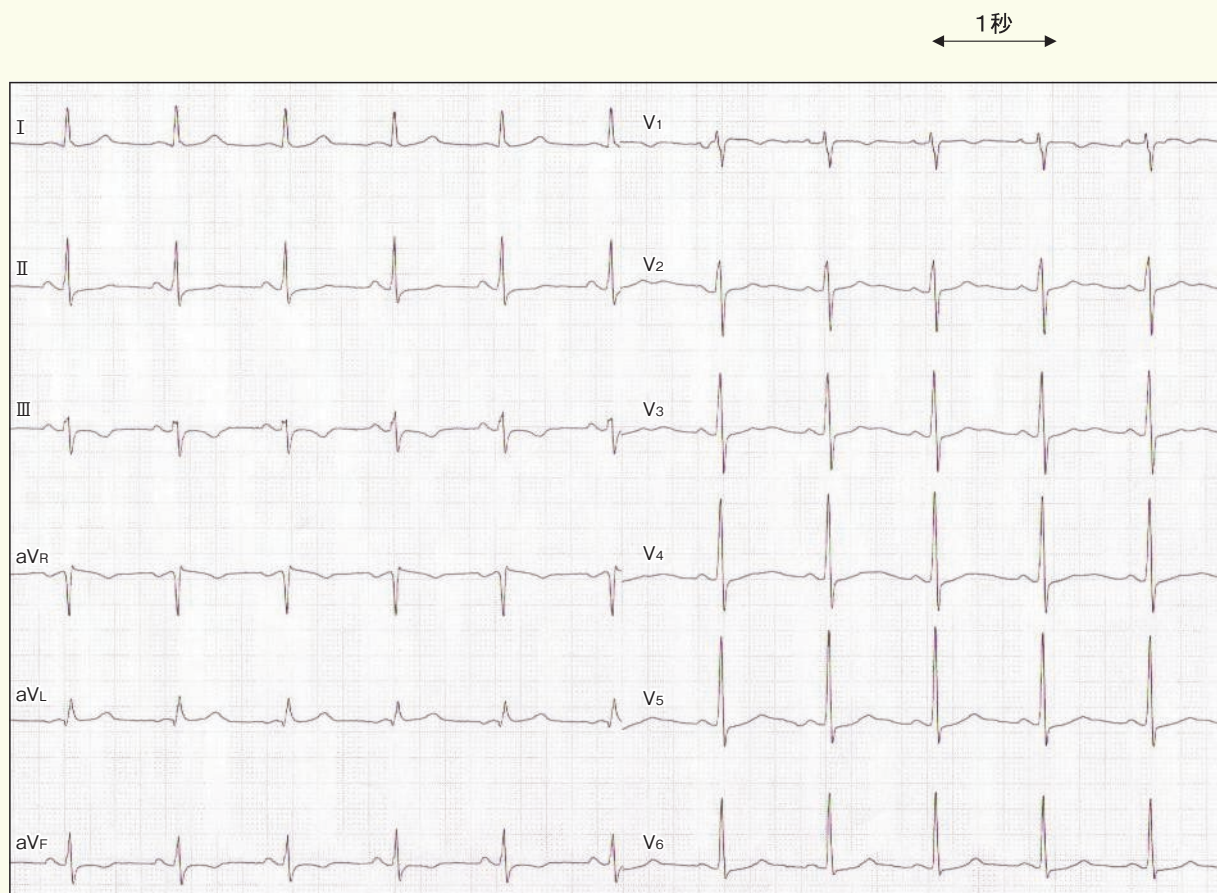
70歳の男性。AAIペースング中に発症したたこつぼ症候群患者における記録。

# QT - 14 Answer



巨大陰性T波とともにQT/QTc間隔が0.7秒におよぶ**著明なQT延長**をきたしている(□)。なお、AAIペースングレートは60/分で、PRはやや延長し、QRSは右脚ブロック波形を呈している。たこつぼ症候群においては、巨大陰性T波出現時にQT延長を伴うことが多い。

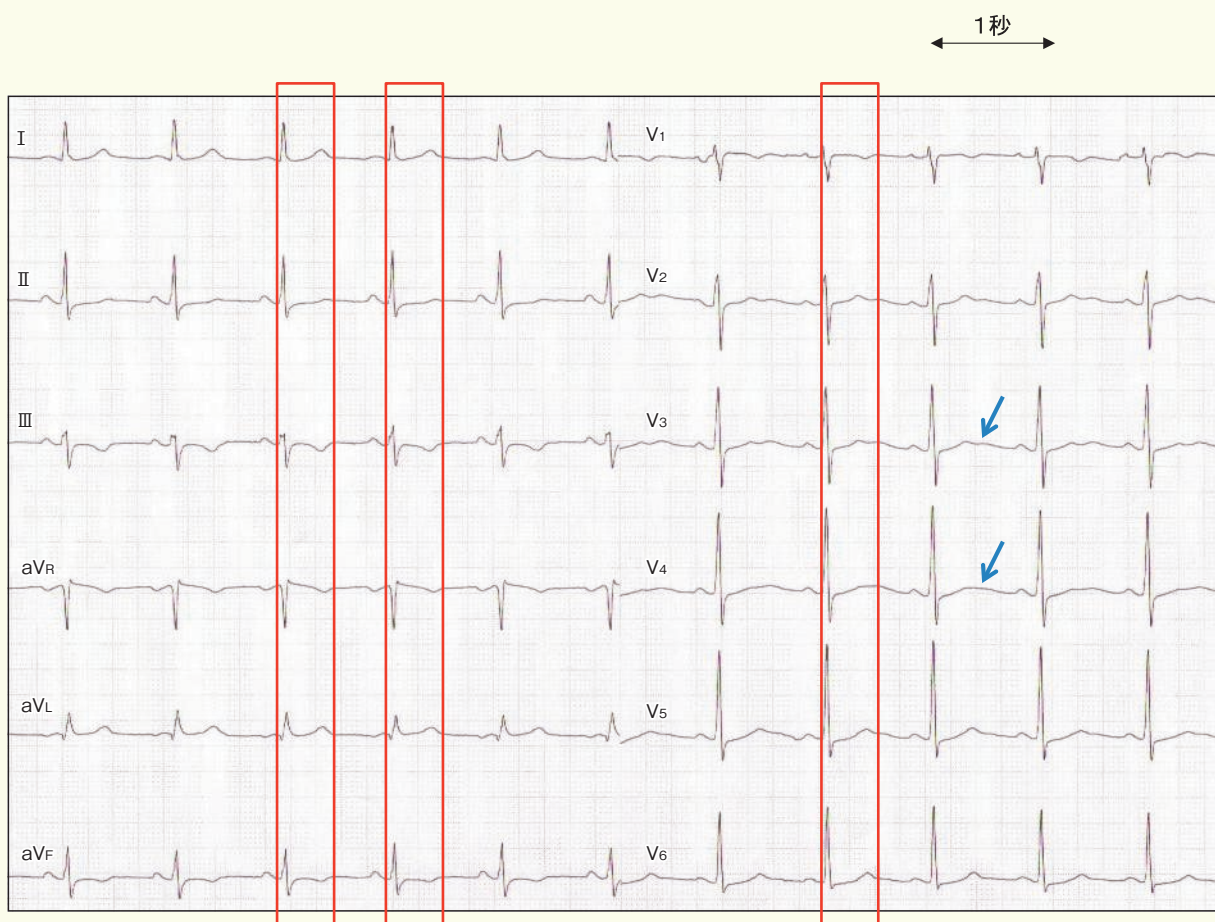
## QT-15 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

発作性心房細動に対し、ベプリジル投与中の58歳、男性。非発作時の心電図。

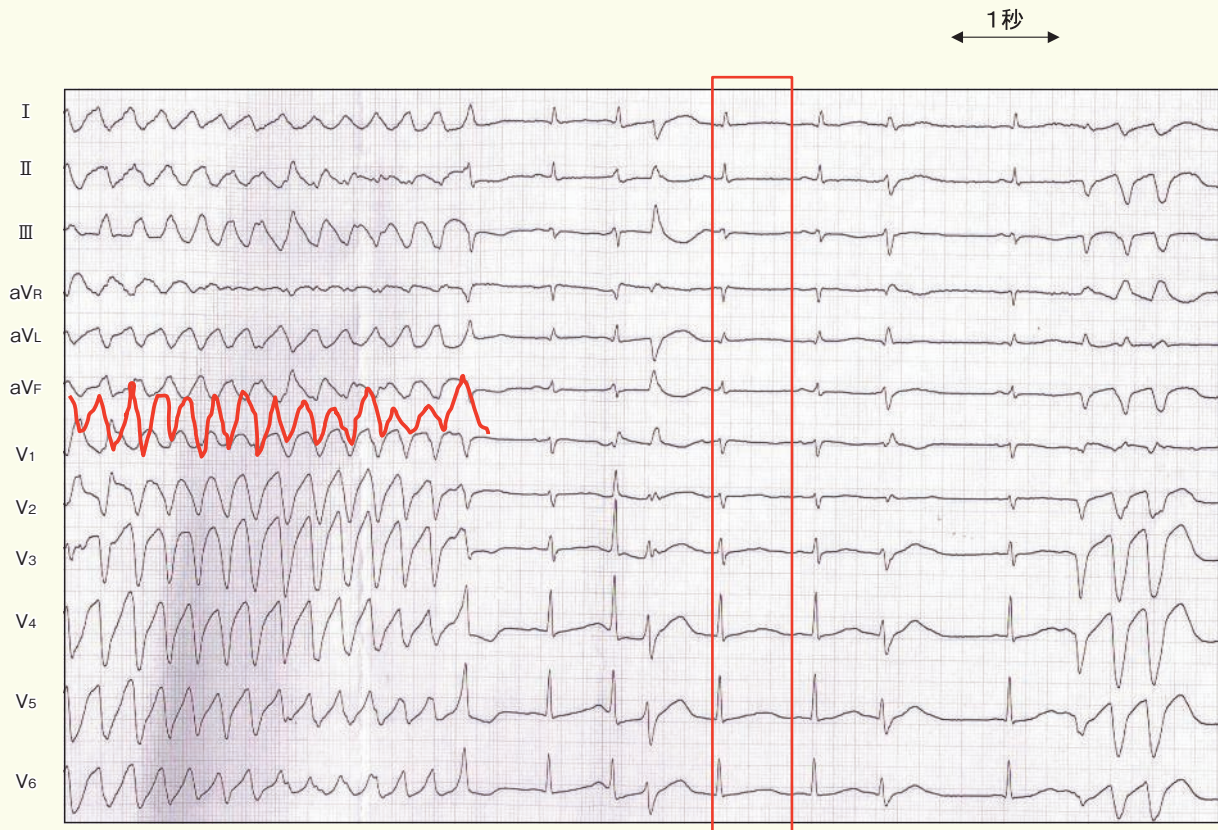
# QT - 15 Answer



四肢誘導では平低ないし陰性T波、胸部誘導ではT波にU波が重畳しているため(↓)、QT間隔の計測がやや難しいが、極端に延長している様子はみられない(□)。

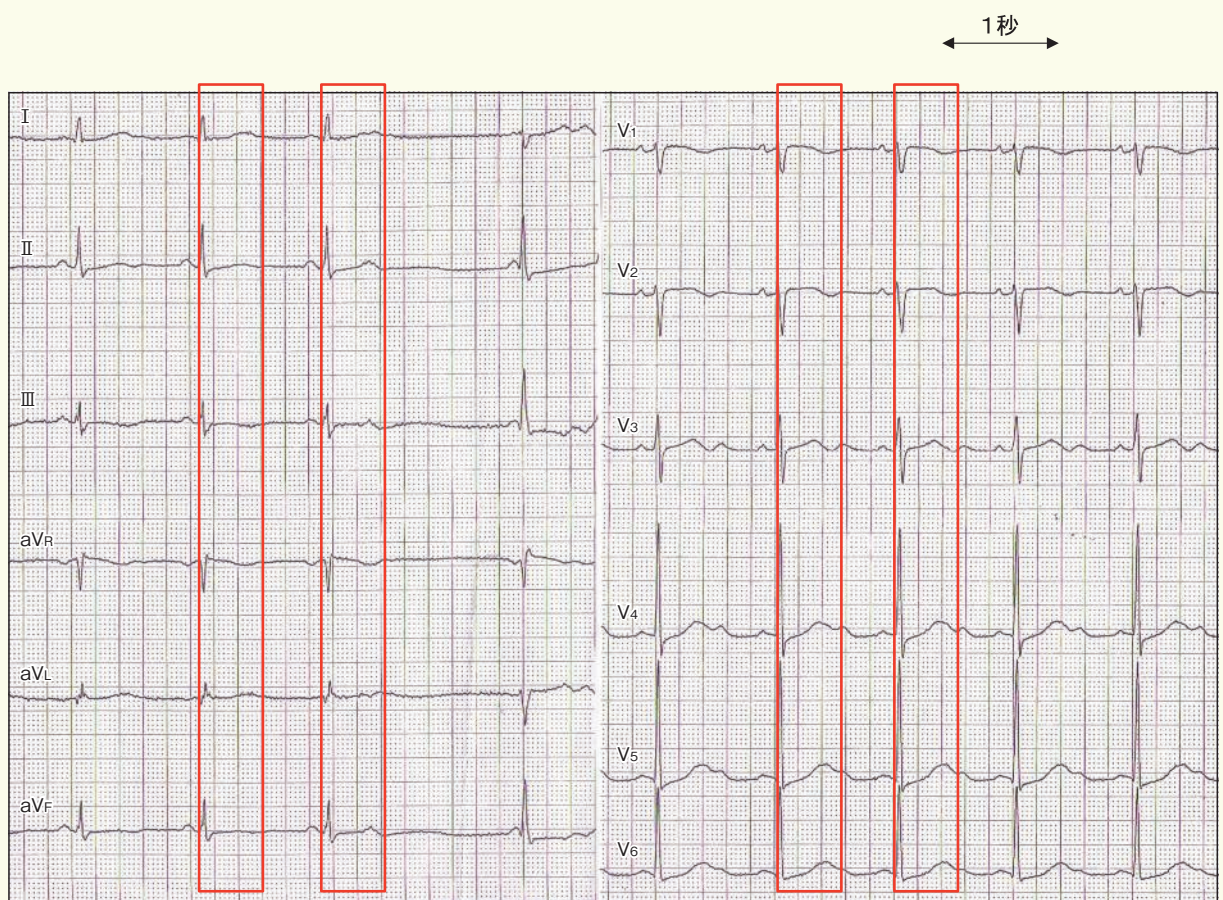


# QT-15 Answer



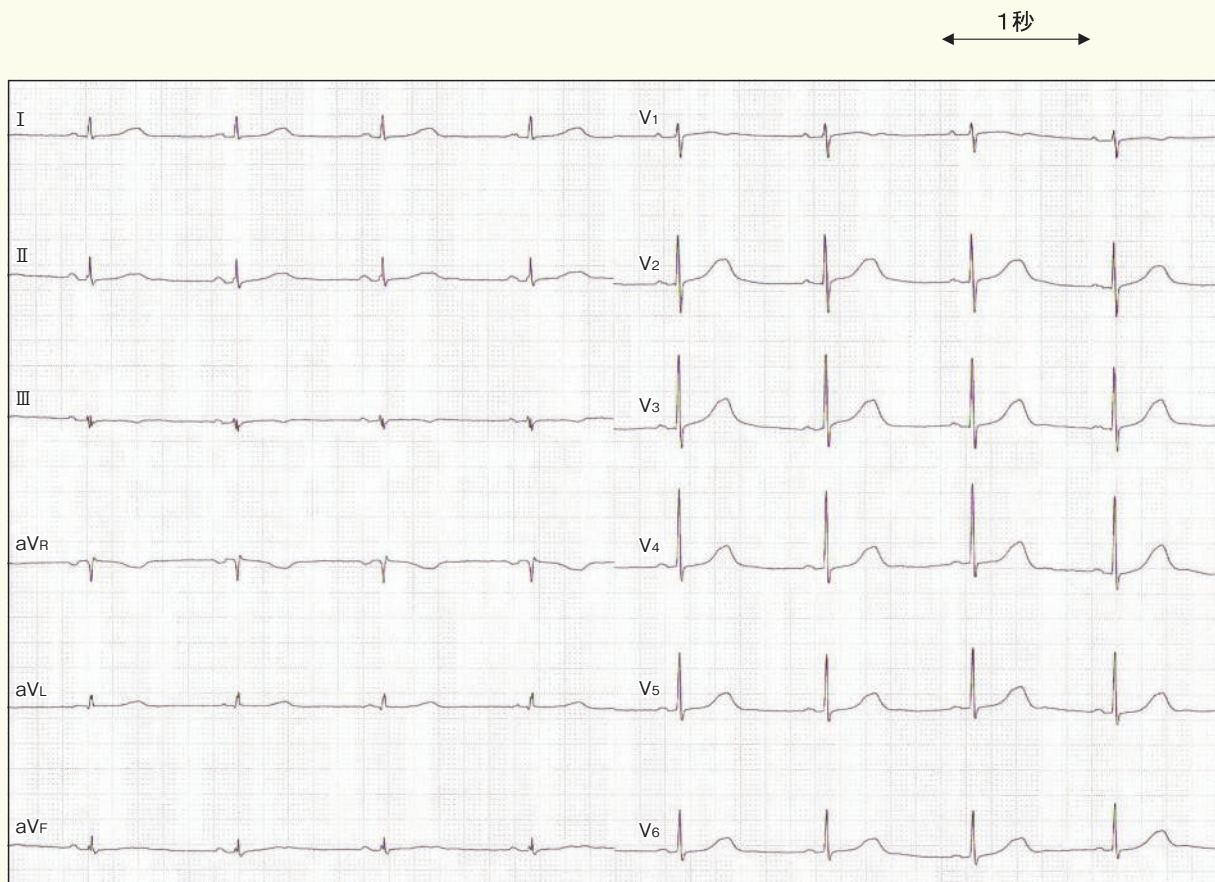
2週間後、失神発作で集中治療室に搬送された際の記録で、QT/QTc間隔が0.65におよぶ**著明なQT延長** (□) とともに**Torsade de pointes (TdP)** (w) が起こっている。強力なKチャンネル遮断作用を有する**ベプリジル**によるQT延長～TdPと判断される。ベプリジルに関しては、通常用量を用いていても突然QT延長～TdPをきたすことがあるため、定期的に心電図をチェックするのが望ましい。

# QT - 15 Answer



TdPに対する緊急治療として**マグネシウムの静注**を行ったところ、**TdPは消失**し洞調律に復した。QT/QTc間隔は0.5秒程度まで回復傾向にあるが(□)、胸部誘導のU波は残存している。TdPに対しては、本例のように、しばしばマグネシウムの静注が奏功する。

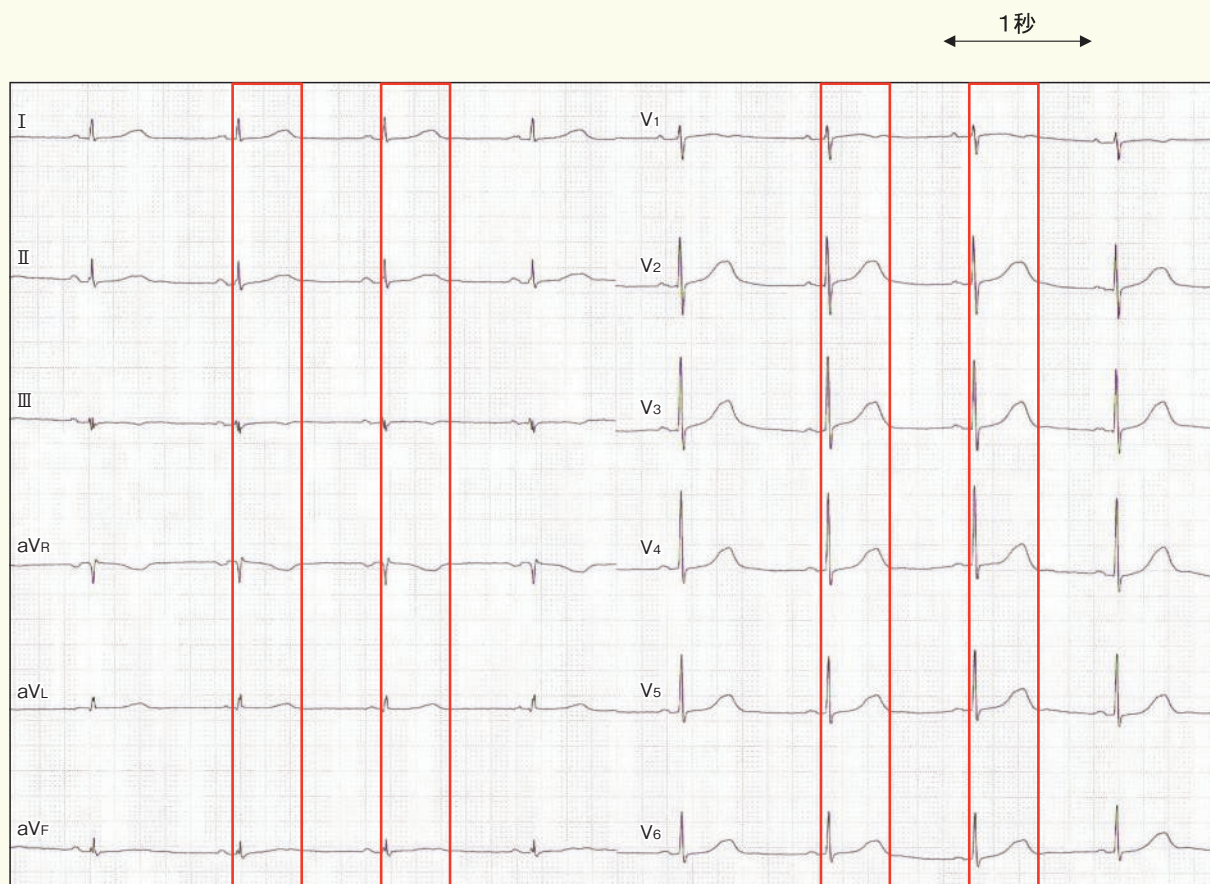
## QT-16 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

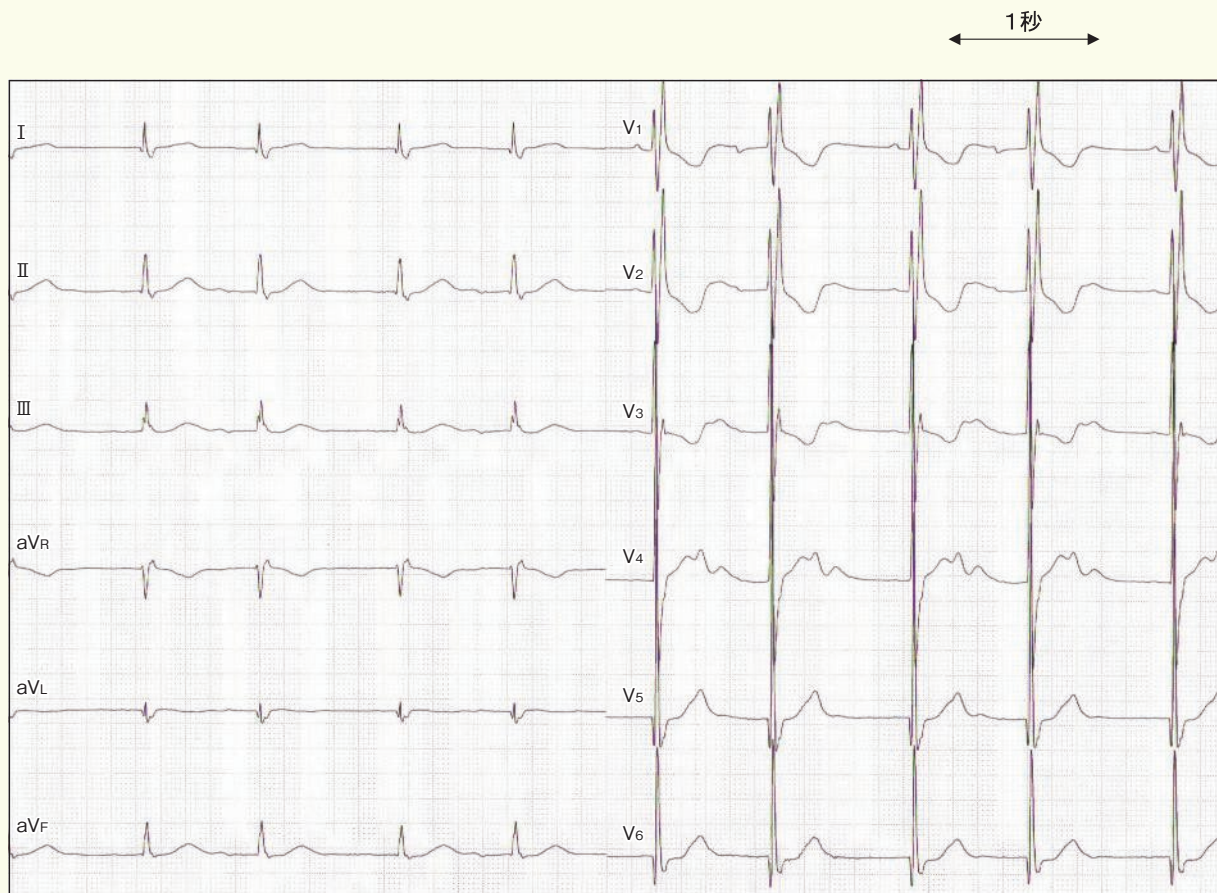
発作性心房細動予防目的でベプリジルを投与されていた、67歳女性の定期受診時の心電図。

# QT - 16 Answer



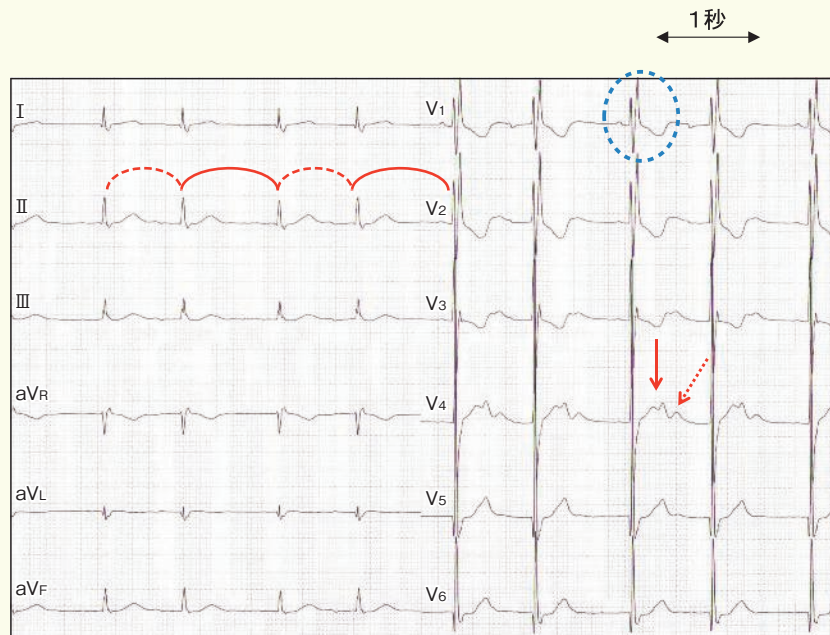
徐脈傾向に加え、QT/QTc : 0.6/0.55程度の**QT延長**をきたしていることがわかり (□)、ベプリジルを減量して経過を見たところ、1週間後には正常に復した。ベプリジルをはじめとするKチャンネル遮断作用の強い薬剤を投与する際には、定期的な心電図チェックが不可欠である。





## QT-17 Question

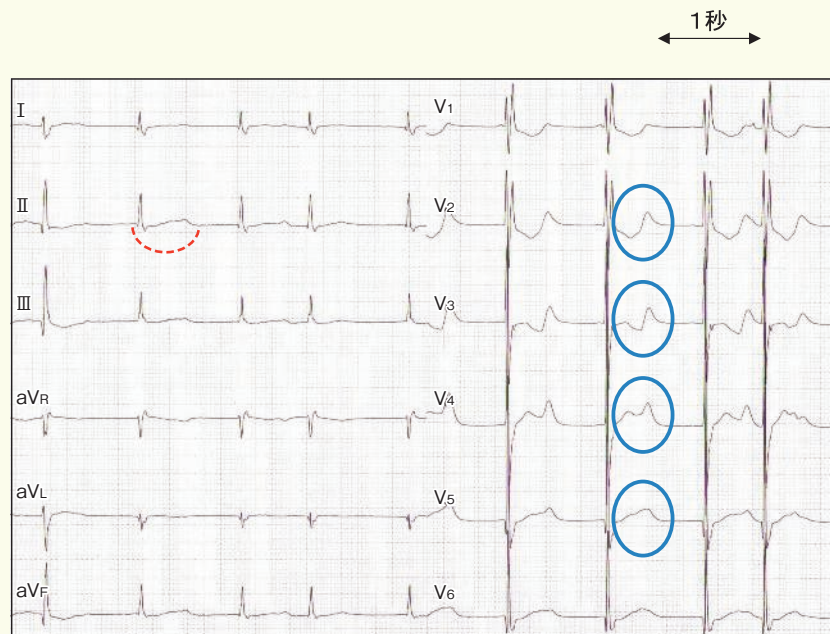




12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
動悸を主訴に来院した65歳の女性。

# QT - 17 Answer

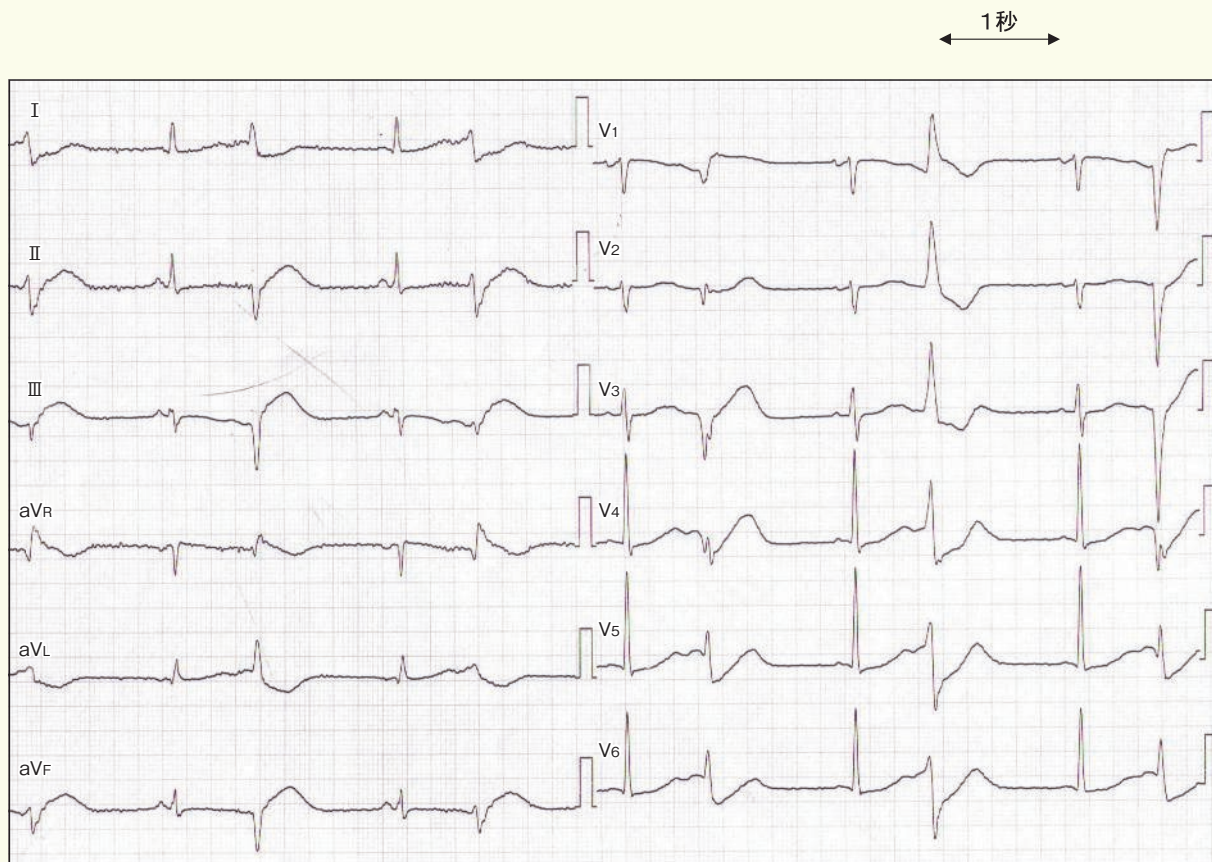


RR間隔は交互に長短を繰り返しており、**心房期外収縮の2段脈**を呈している（）。また**完全右脚ブロック**を伴い（）、V<sub>4</sub>誘導では**二峰性T波とU波**もみられる（）（）。**QT間隔**は0.46秒程度で極端な延長はみられないことから、期外収縮抑制目的で**ペプリジル**を処方した。



ペプリジル投与翌日の心電図。**T波が平低化、U波が増高**し、両者が融合して**T-U complex**を形成している（）。**QT (U) 間隔**は約0.7秒と著明に延長し（）、期外収縮も抑制されていないことから、直ちにペプリジルを中止した。1週間後には、心電図所見およびQT間隔はほぼもとに復した。

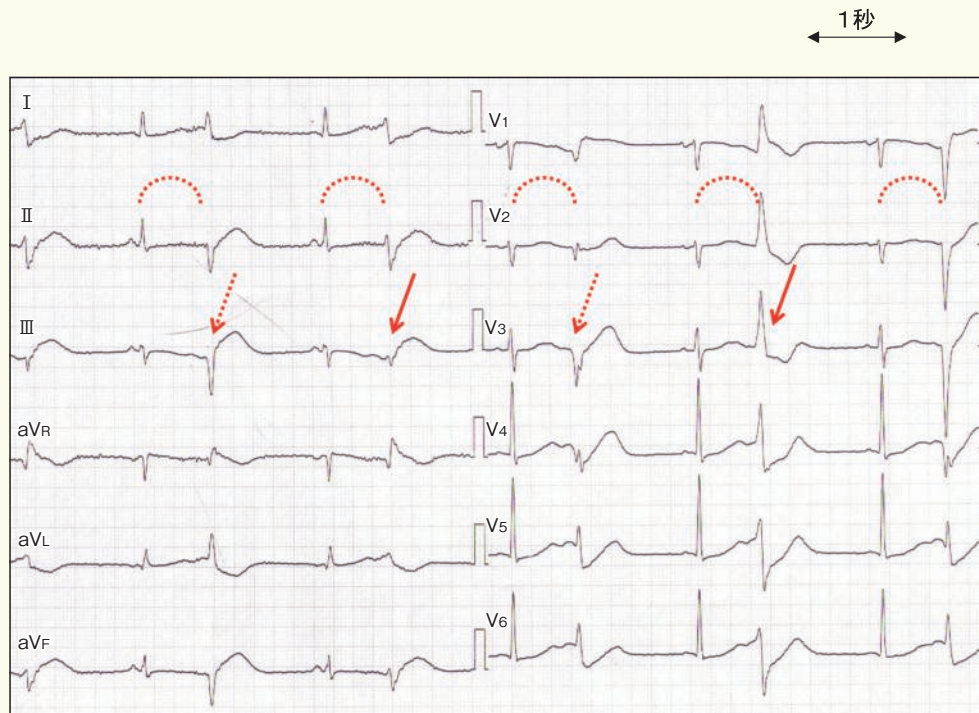
## QT-18 Question



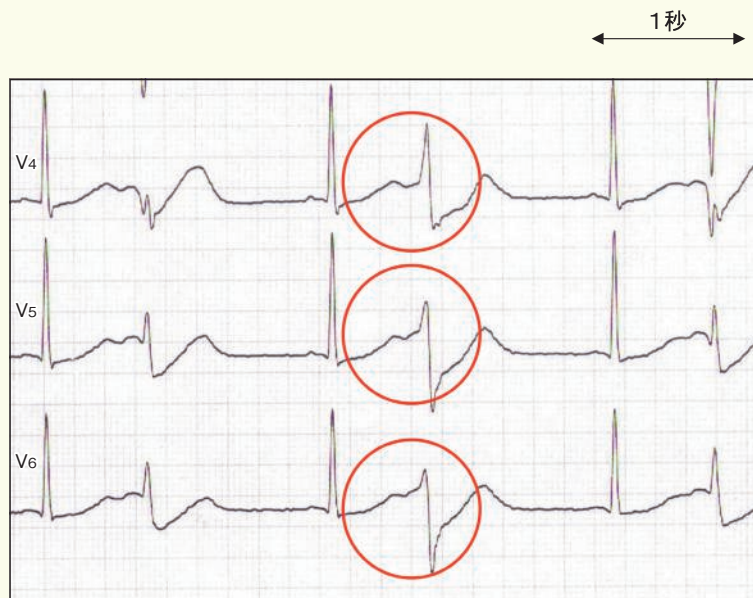
12誘導を6誘導ずつ連続記録。

78歳の男性。動悸を主訴に来院。近医からペプリジルを処方されていた。

# QT-18 Answer



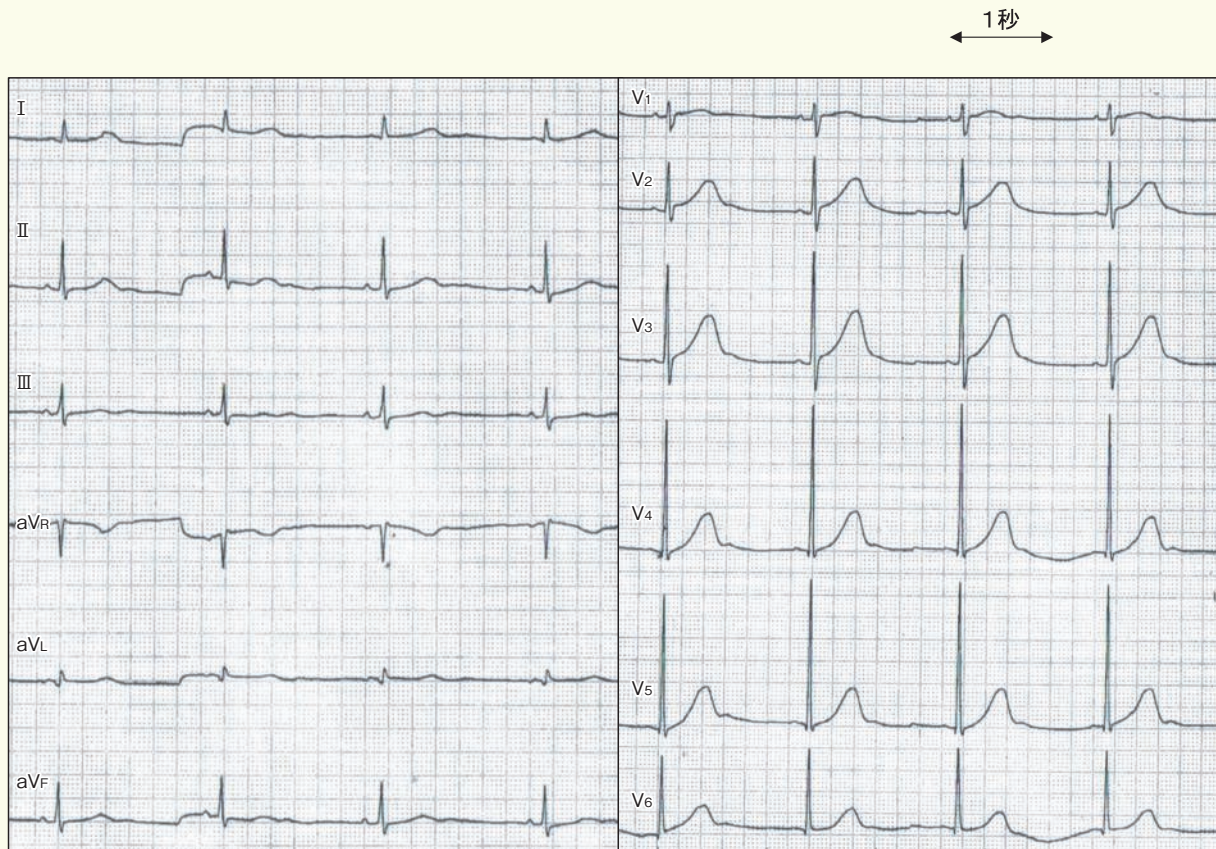
多形性心室期外収縮の二段脈を呈している(↘)(↓)。QT間隔(⋯)は、期外収縮が重畳しているため正確に計測することはできないが、0.6秒を超えて延長しているのは明らかで、ベプリジルの影響が考えられる。



拡大してみると、QT間隔が極端に延長し、T波は二峰性で、その頂点あたりで心室期外収縮が起こっていることがわかる(○)。典型的なR on T型を呈しているが、期外収縮の連結期はほぼ600 msecで決して短くはなく、QT延長の結果、通常の連結期の期外収縮がR on T型になってしまったと考えられる。心室期外収縮が多形性であることとあいまって、TdP発生のリスクが極めて高い状態と判断される。



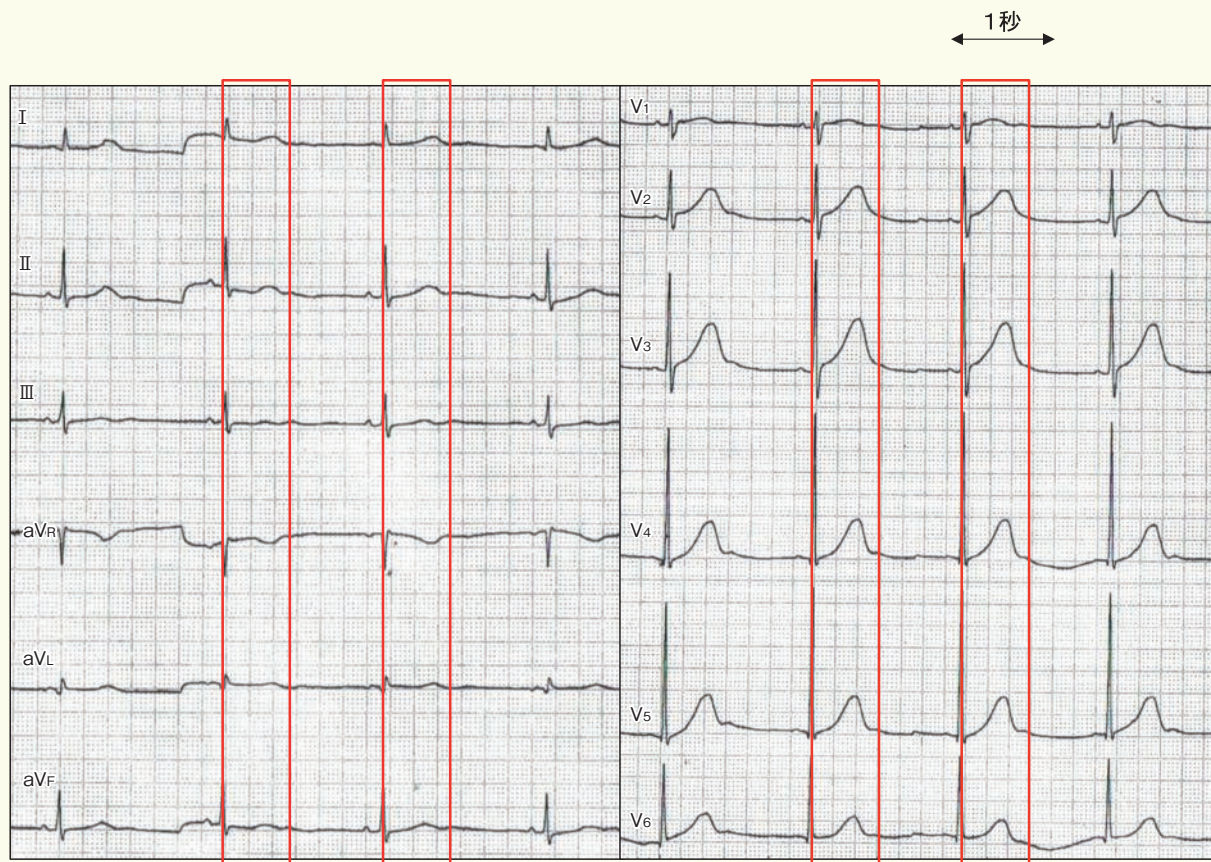
## QT-19 Question



12誘導を6誘導ずつ同時記録。

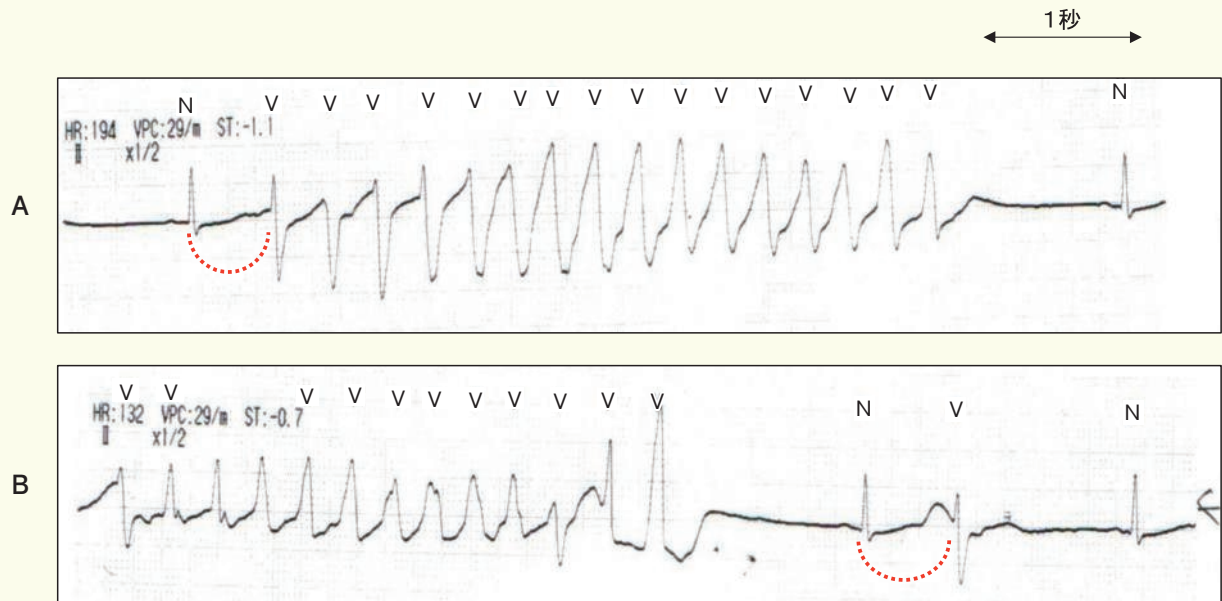
発作性心房細動に対し、I群抗不整脈薬のピルメノールが投与されている患者の心電図。

# QT - 19 Answer



心拍数45/分ほどの洞徐脈とともに、QT間隔が延長している (□)。QT/QTc : 0.58/0.49で、**ピルメノール**による二次性QT延長の可能性が考えられる。

# QT-19 Answer



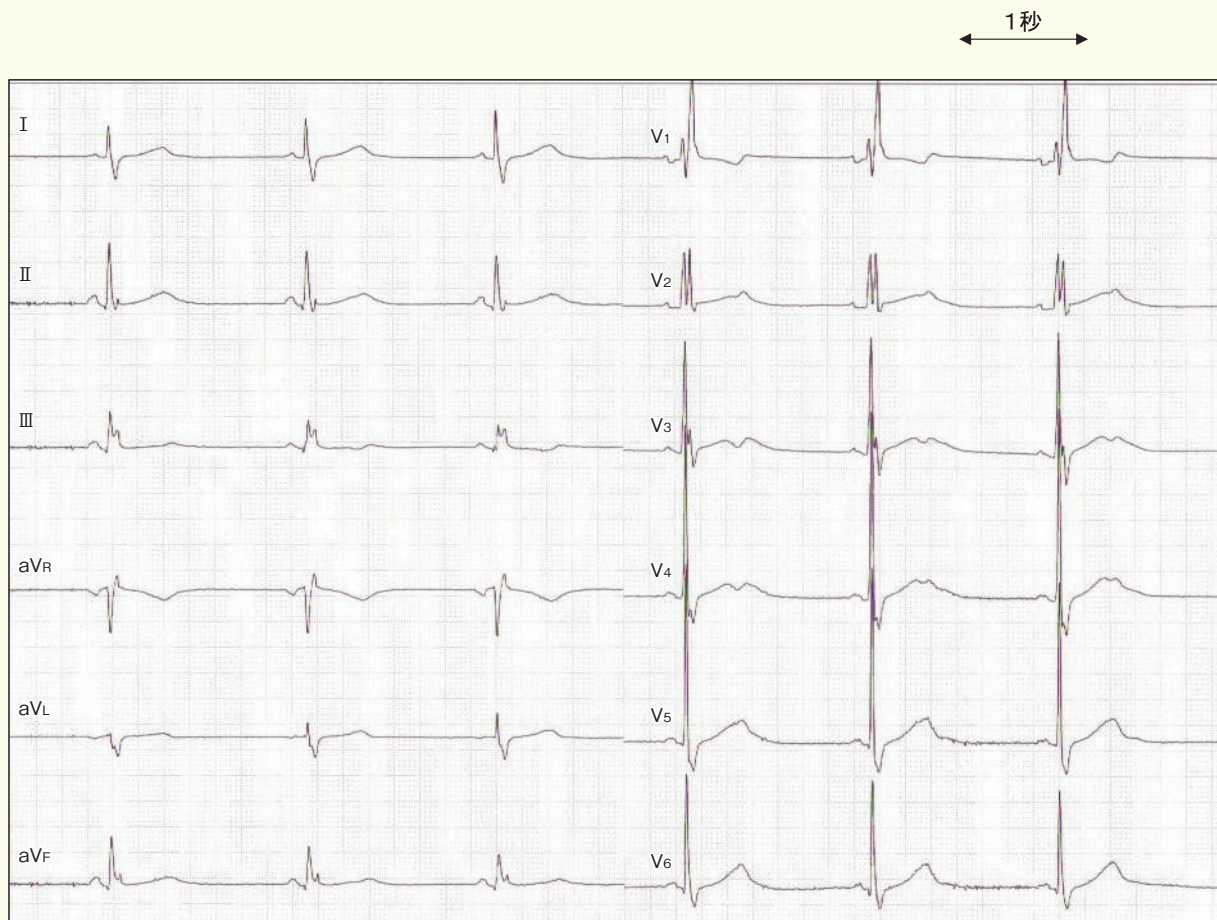
入院後の心電図モニター中にAおよびBのような典型的なTdPが記録された。TdP前後の心拍をみると、QT間隔が著明に延長しているのがわかる(●●●●)。

# QT - 19 Answer



ピルメノール中止1週間後の心電図で、QT/QTc : 0.42/0.38と正常化していることから (□)、前述のQT延長～TdPにはピルメノールが関与していたと判断される。

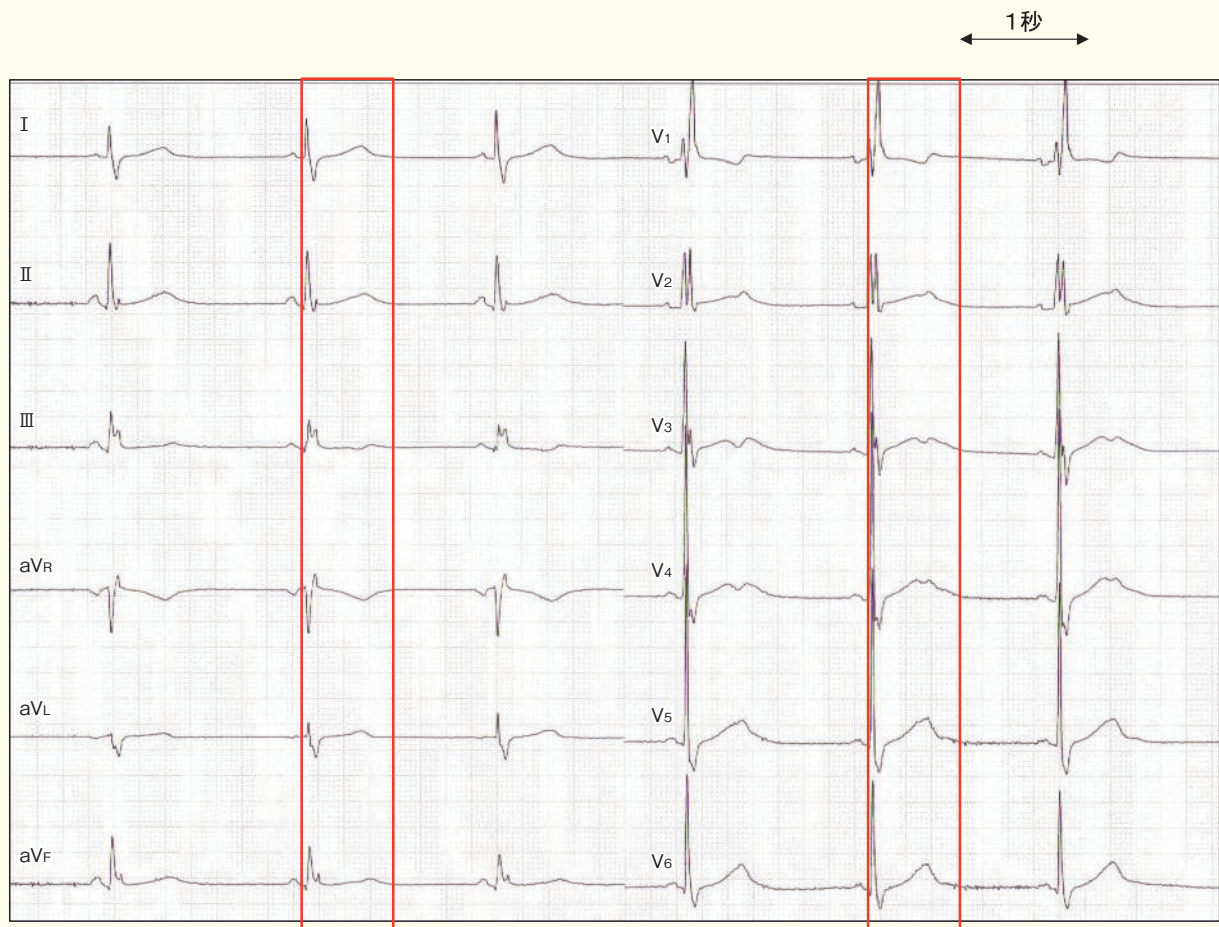
## QT-20 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

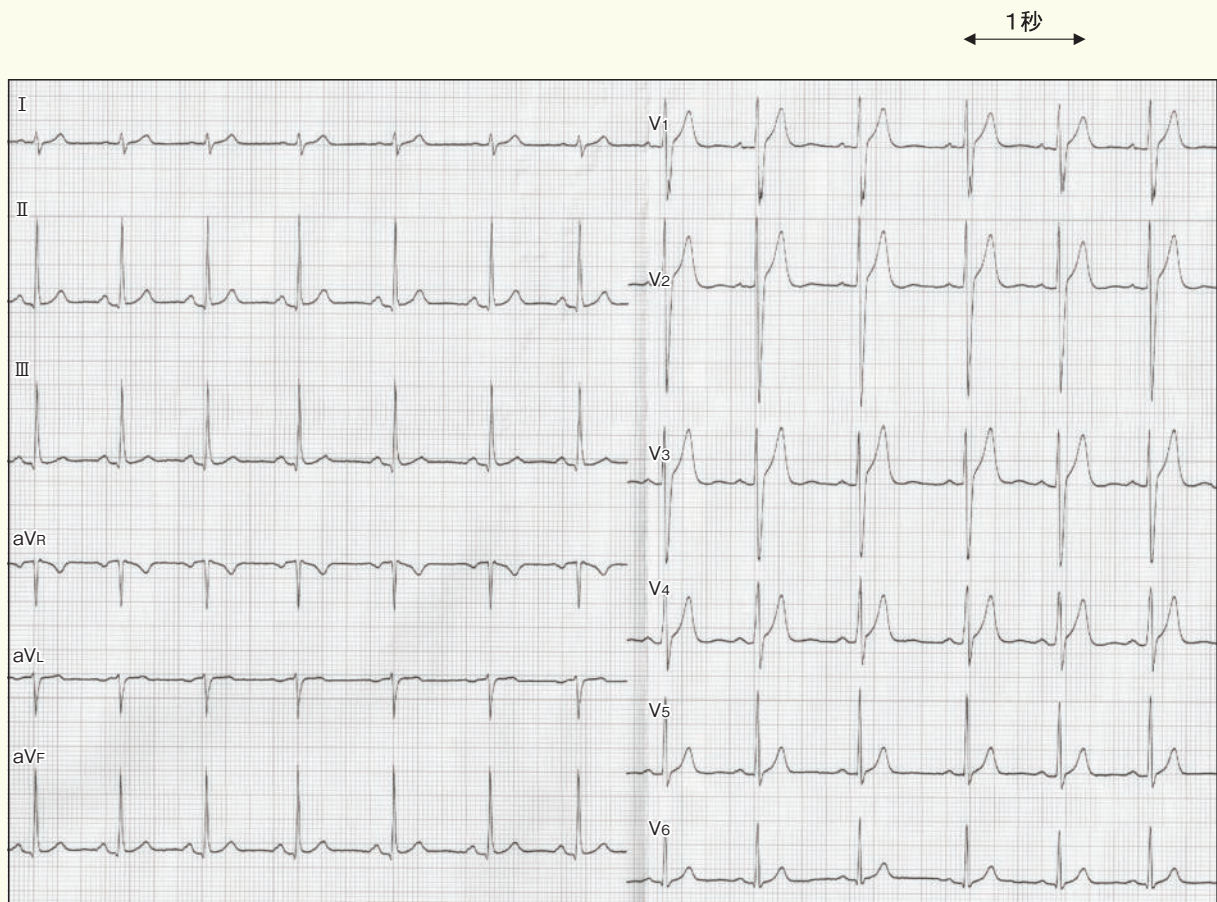
60歳、女性。発作性心房細動予防のため、近医にてジソピラミドを処方されていた。

## QT - 20 Answer



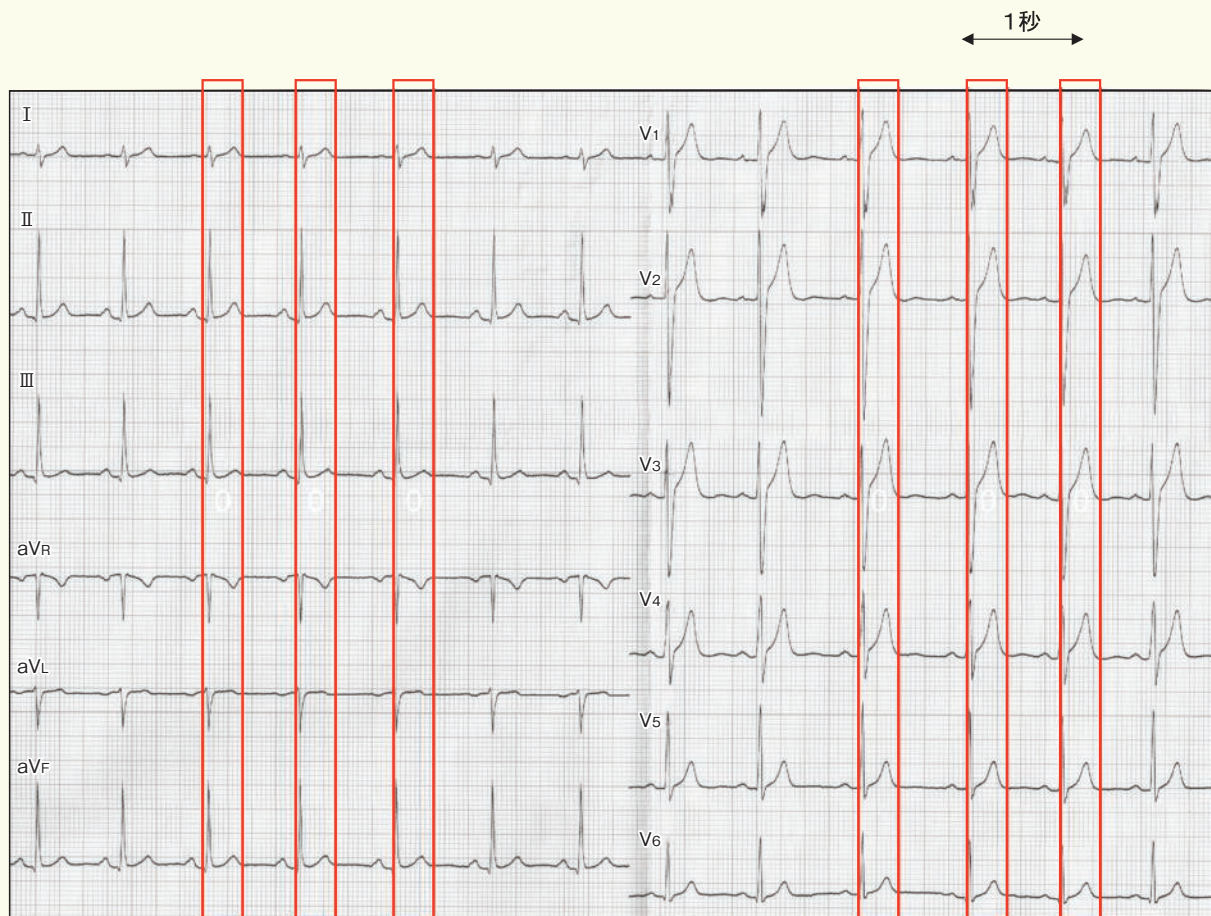
心拍数40/分の洞徐脈、完全右脚ブロックに加え、**著明なQT延長**がみられる (□)。二峰性T波であるか、U波が重畳しているのかの判断は難しいが、いずれにしてもQT (U)/QTc : 0.72/0.61と著明に延長しており、その後心室期外収縮も出現してきたことから、ジソピラミドを中止したところ、1週間後には正常洞調律に復した。**I群抗不整脈薬のジソピラミド**に関しても、軽度ながら、Kチャンネル遮断作用によるQT延長のリスクを有していることに注意が必要である。

## QT-21 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
会社の健康診断にて記録された若年男性の心電図。

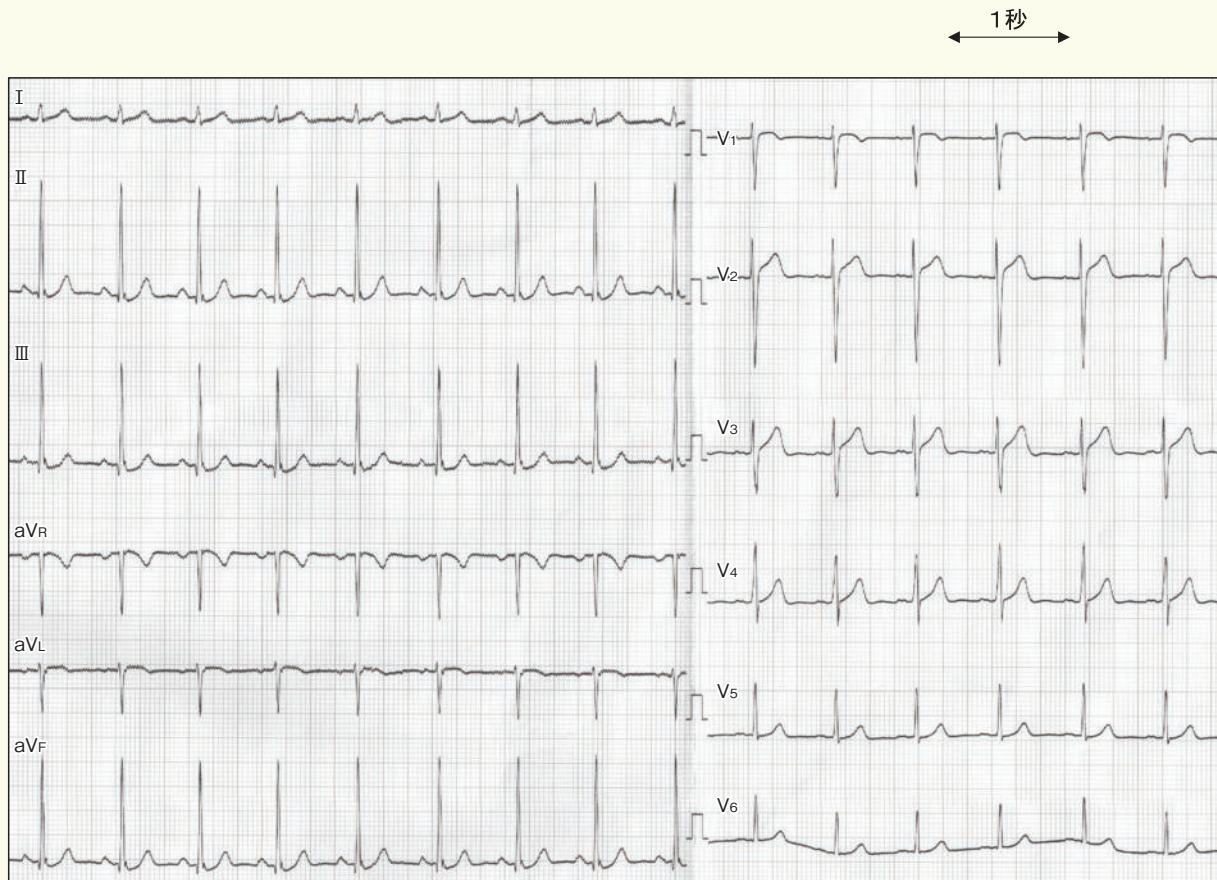
# QT-21 Answer



QT/QTc : 0.32/0.35とQT間隔が基準値よりも短縮している(□)。本例では失神発作などの既往歴や明らかな突然死の家族歴はなかったが、近年このようなQT短縮例での心室細動が報告されている。遺伝子異常の関与も示唆されており、QT短縮症候群として注目されている。



## QT-22 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

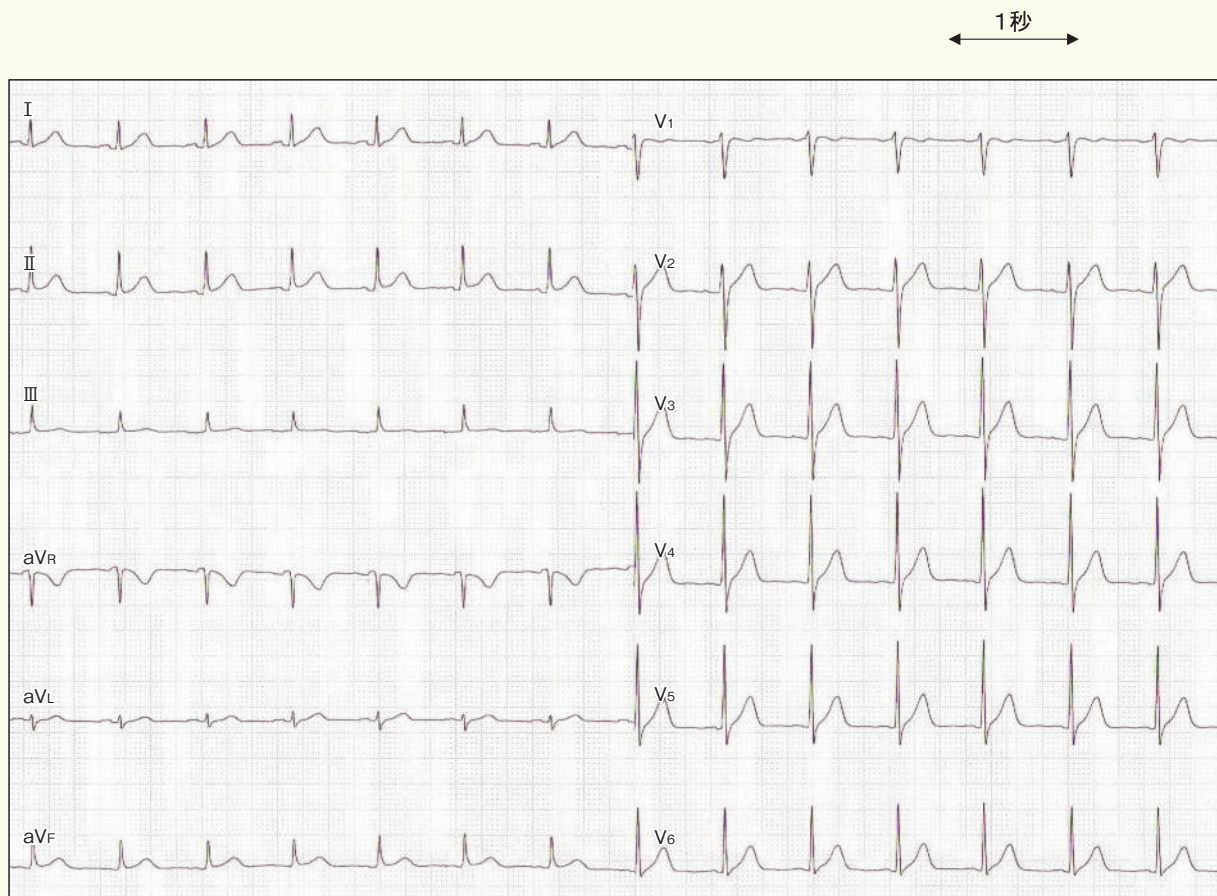
30歳の男性。健診時の心電図。突然死の家族歴や失神発作の既往歴はない。

## QT - 22 Answer



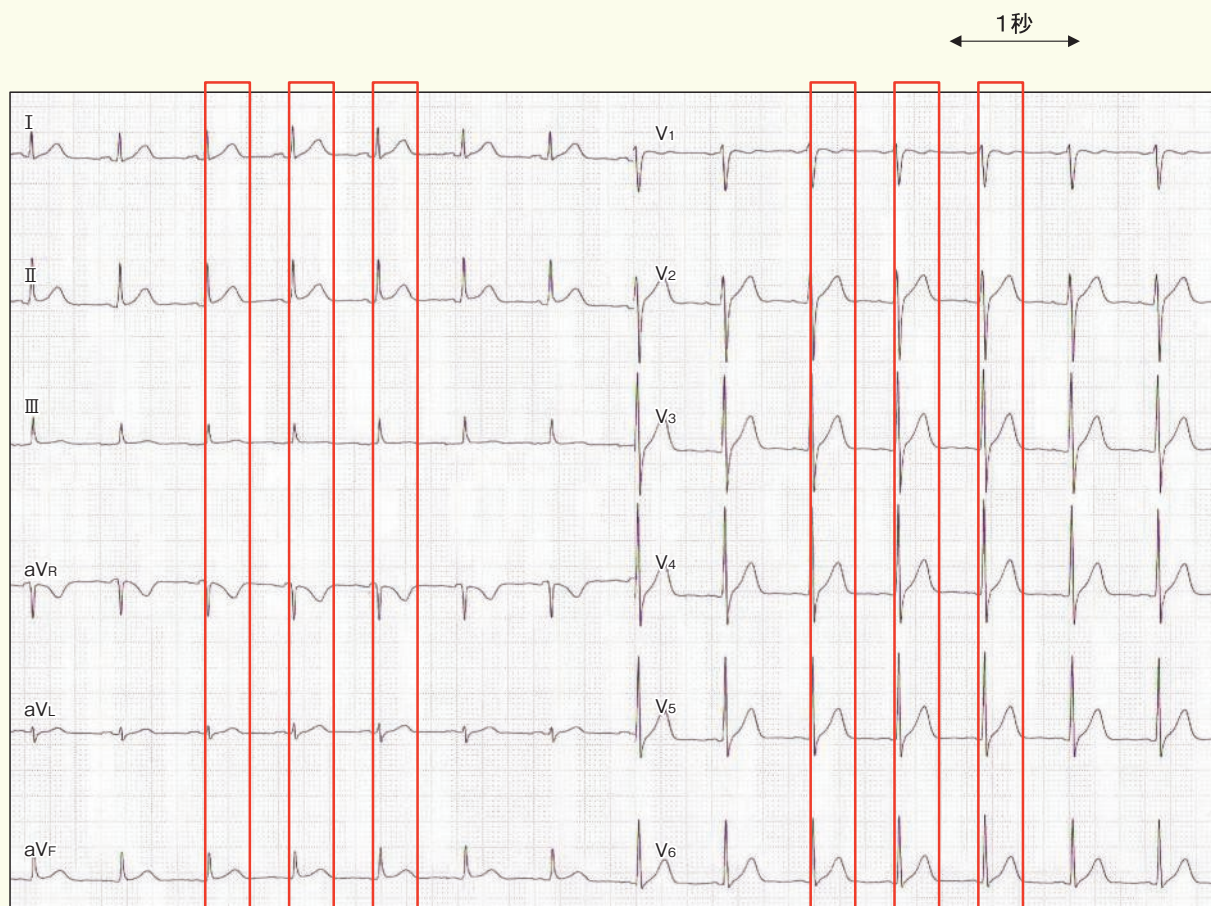
QT/QTc : 0.28/0.34とQT間隔が短縮している (□)。QT短縮症候群の可能性を考えて、定期的な経過観察が必要であろう。なお本例では、矢印(↓)で示すように、軽度のST低下が観察される。胸痛など虚血を示唆する症状はなく、心拍数が90/分と、やや頻脈傾向を示していることによる、見かけのST低下と考えてよさそうである。

## QT-23 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
副甲状腺機能亢進症と診断された、50歳女性の心電図。

# QT - 23 Answer



QT/QTc:0.31/0.35と短縮している(□)。心電図記録時の血清Ca値は12.0 mg/dlと極めて高値で、**副甲状腺機能亢進に伴う高カルシウム血症**に起因する**二次性QT短縮**と判断される。原疾患治療後は、血清Ca値の正常化とともに心電図QT間隔も正常範囲内に復した。

# 第VII章

## ST-T变化/TWA/TWV

## ST-T変化/TWA/TWVがみられる心電図

### ST-T変化/TWA/TWVとは？

- \* 心電図ST部分およびT波は左室心筋の興奮/消褪過程を表す重要な指標で、その変化は心筋に重大な病態が起きていることを反映し、いずれもさまざまな重症不整脈に結び付く危険性を有している。
- \* 急激なST上昇は急性心筋梗塞あるいは異型狭心症による貫壁性心筋虚血を示す最も重要な所見で、いつ重症不整脈が起こってもおかしくない状態である。持続性のST上昇は心膜炎や早期再分極でもみられる。
- \* 一過性のST低下は非貫壁性心筋虚血を反映し、持続性のストレイン型ST低下は左室肥大に起因する。なお、ジギタリス中毒の際には特徴的な盆状（sagging）ST低下をきたす。
- \* T波増高やテント状T波は高カリウム血症、平低T波は低カリウム血症の存在を示唆する。また、陰性T波は左室肥大や心筋虚血で現れるが、巨大陰性T波（giant negative T）は心内膜下梗塞や、たこつぼ症候群（心筋症）の可能性を示唆する。
- \* T波高やT波形の交互変動（TWA）あるいは周期的変動（TWV）は再分極過程の異常を示し、心室頻拍/心室細動との関連性が指摘されている。

## キーワード

ST部分の上昇、低下およびT波、U波の変化

## どこをどうみるか

ST上昇/低下、T波増高/平低/陰転/TWA/TWV、  
巨大/陰性U波

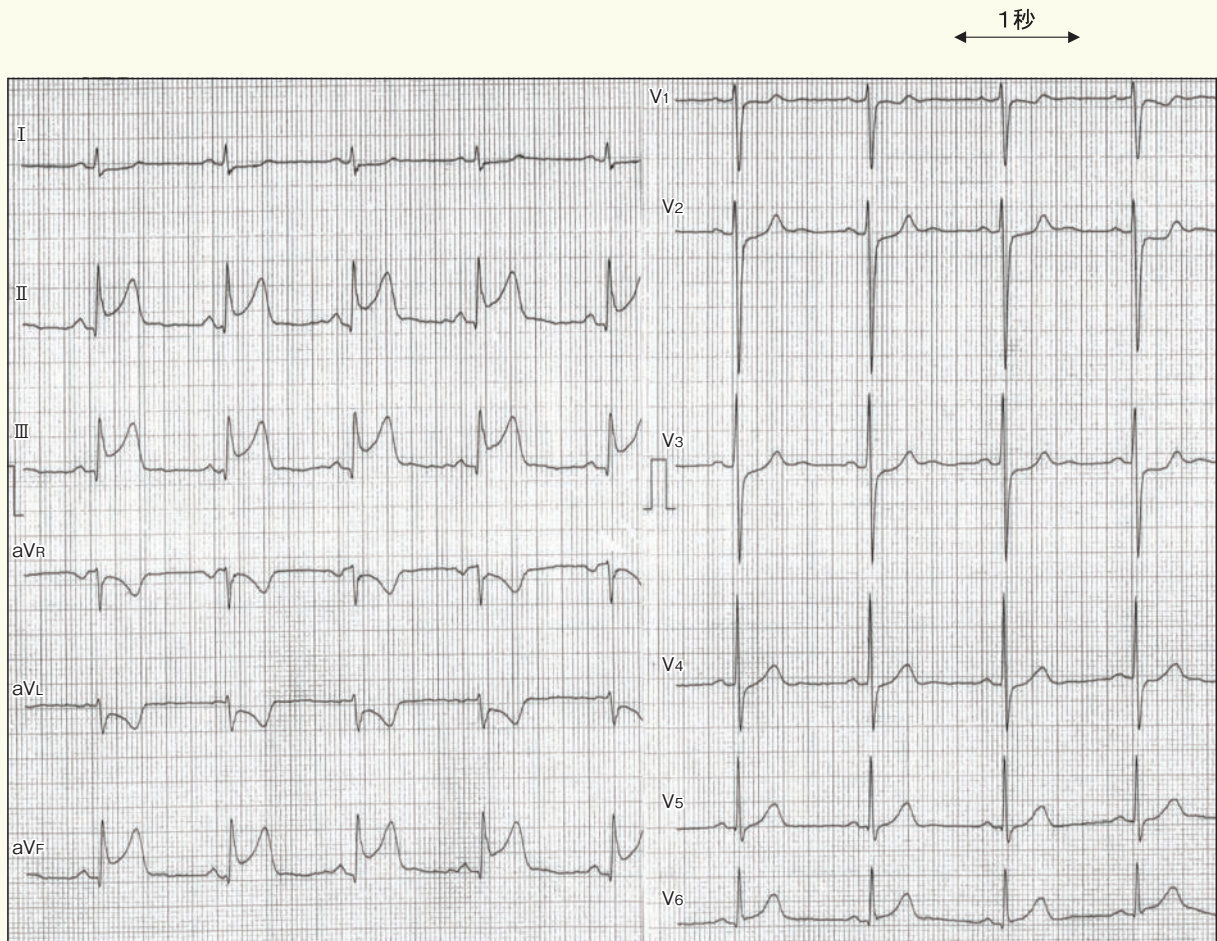
## 波形異常と不整脈の関係

ST-T/U変化 ⇒ 虚血/炎症/肥大/再分極異常/その他  
→ さまざまな重症心室不整脈

**ST-T変化/TWA/TWVが  
みられる心電図、  
ST部分、T波、U波に着目！**



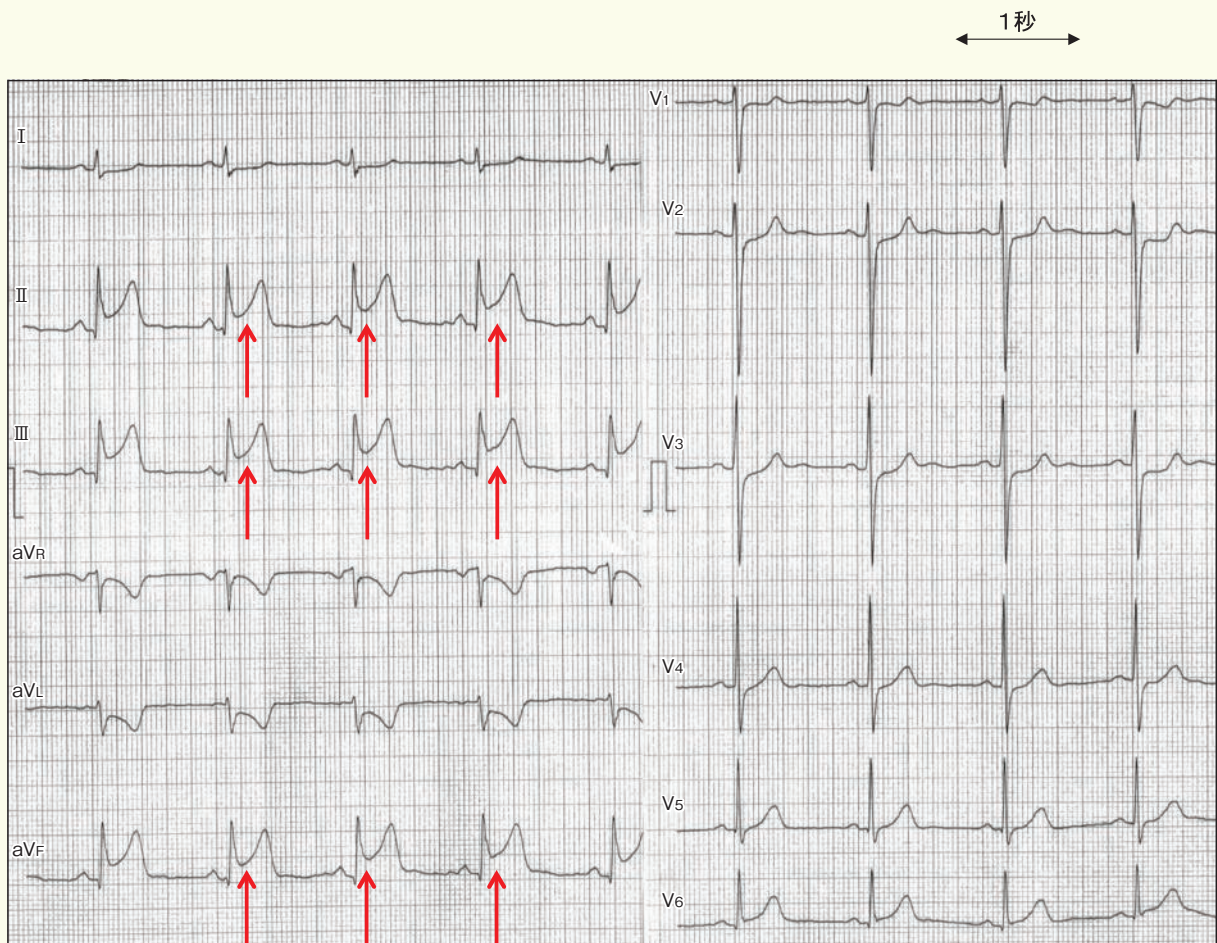
## STT-1 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

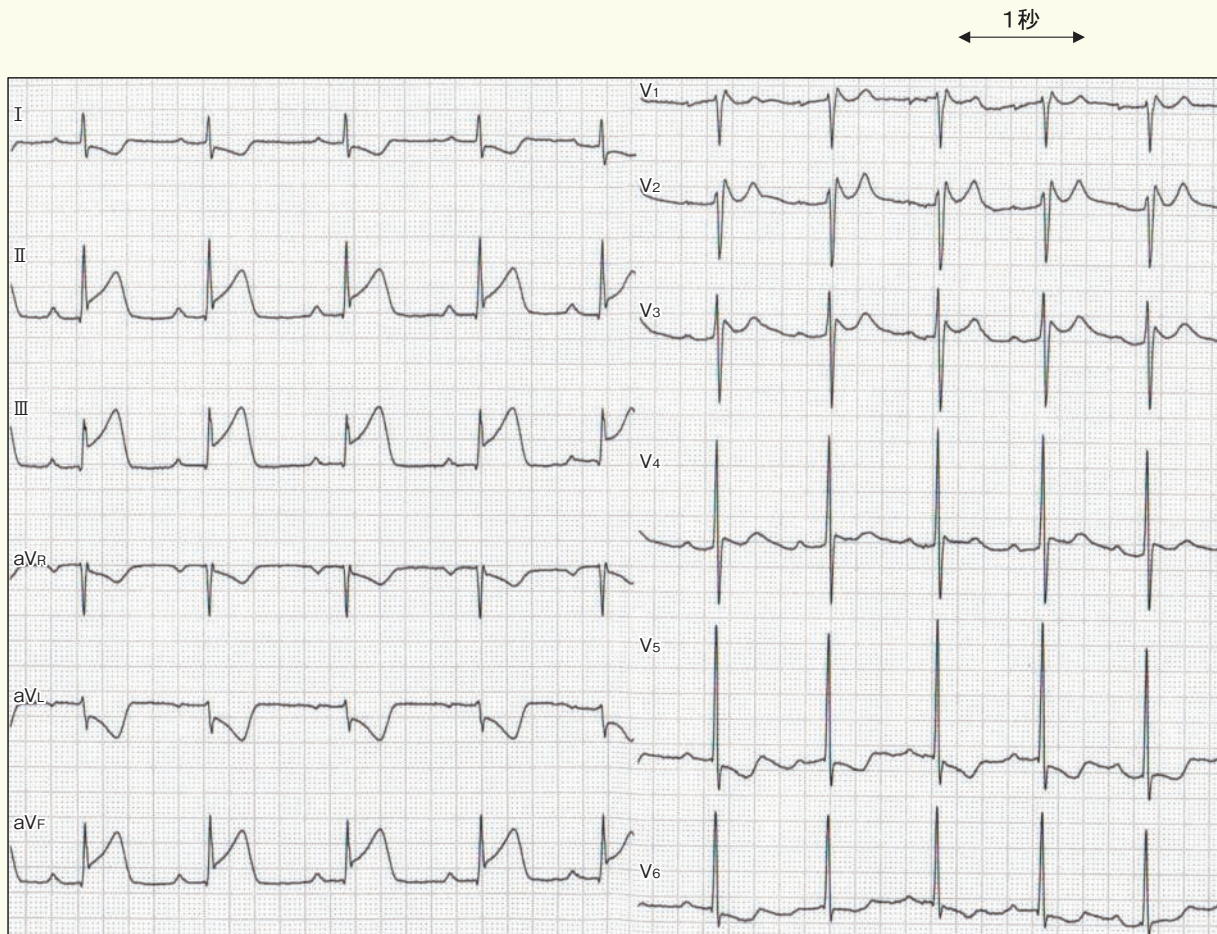
58歳の男性。突然の胸痛を主訴に救急来院。発症から30分後の心電図である。

# STT - 1 Answer



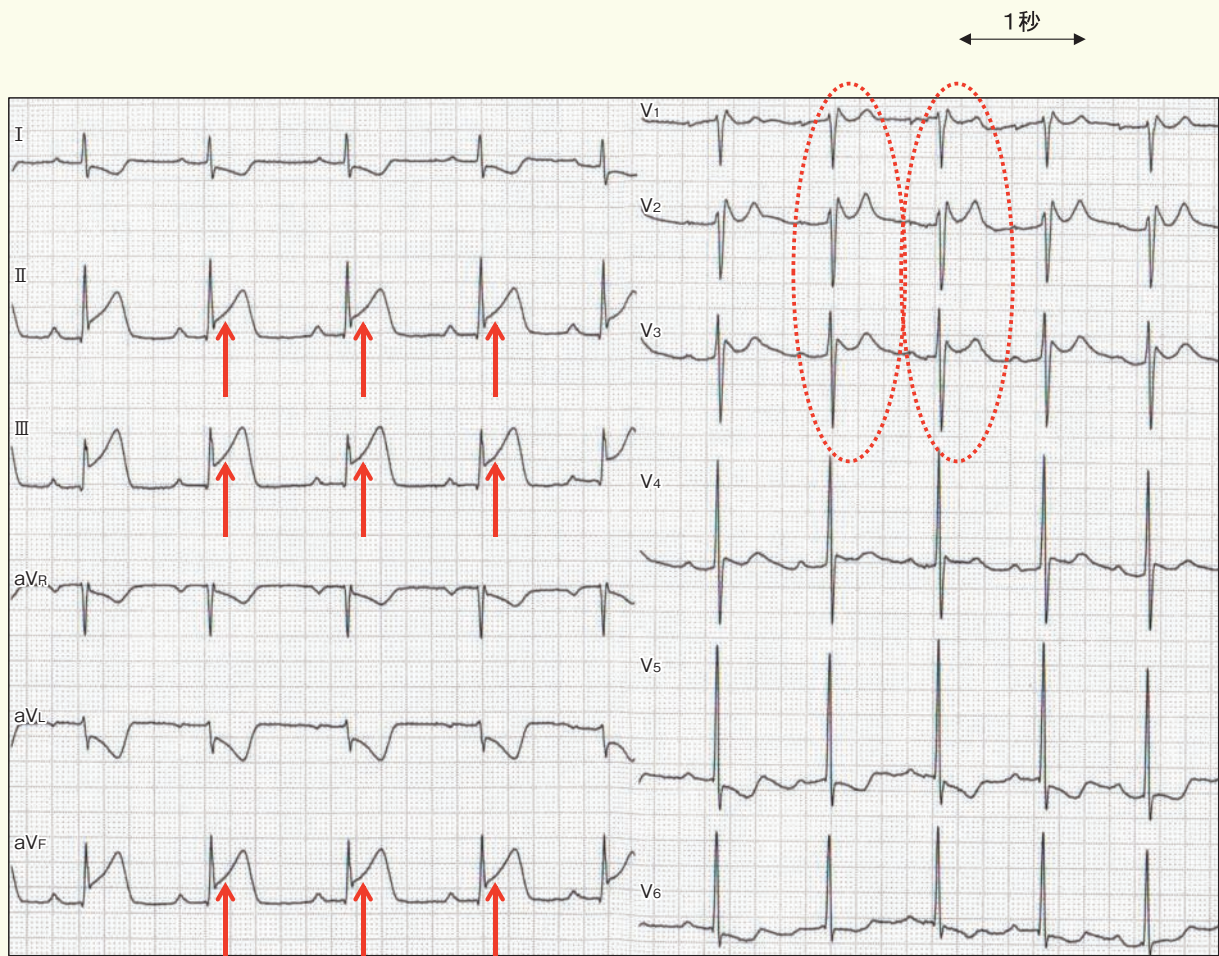
下壁の急性心筋梗塞発症直後の心電図で、II、III、aF誘導において0.3~0.5 mVの著明なST上昇が確認される(↑)。明らかな異常Q波はなく、超急性期の所見と判断されるが、突然の房室ブロックや心室不整脈の発現に注意が必要である。なお、鏡像としてV<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>誘導のST低下もみられる。

## STT-2 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
65歳の男性。胸痛を主訴に救急来院した際の心電図。

## STT-2 Answer



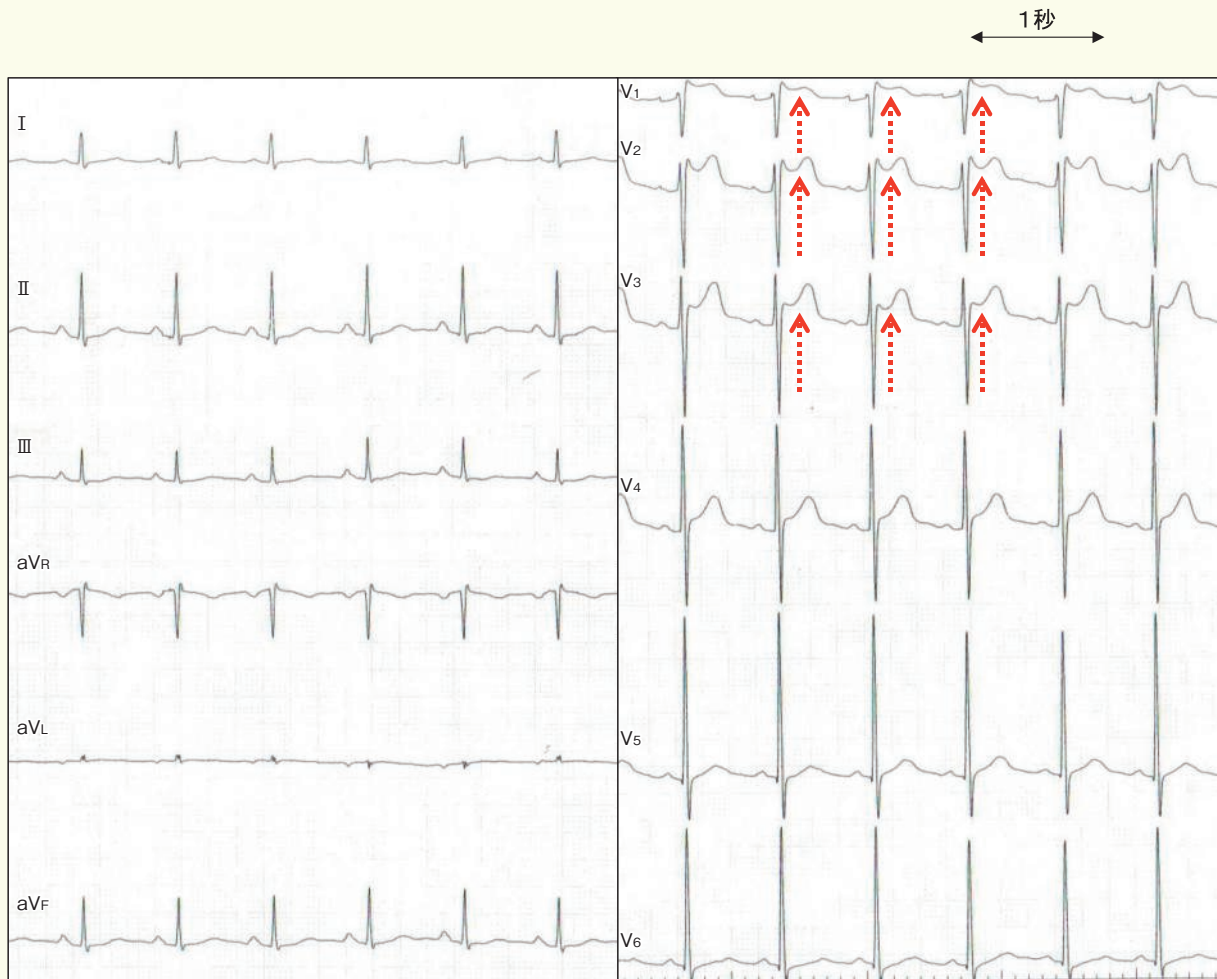
突然の胸痛とともにⅡ、Ⅲ、aV<sub>F</sub>誘導で著明なST上昇をきたしており(↑)、**下壁心筋梗塞の超急性期**と判断される。STT-1例に類似した所見であるが、本例で注目されるのは、V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub>誘導で、Brugada症候群におけるtype 2ないしtype 3の**saddleback型ST上昇**と同様の所見を示している点である(⊙)。いくつかの報告があるが、**右冠動脈の円錐枝 (conus branch) 領域の虚血**による心電図変化の可能性が高い。右冠動脈主幹部病変に伴って出現したと考えられる興味深い所見である。

# STT-3 Question



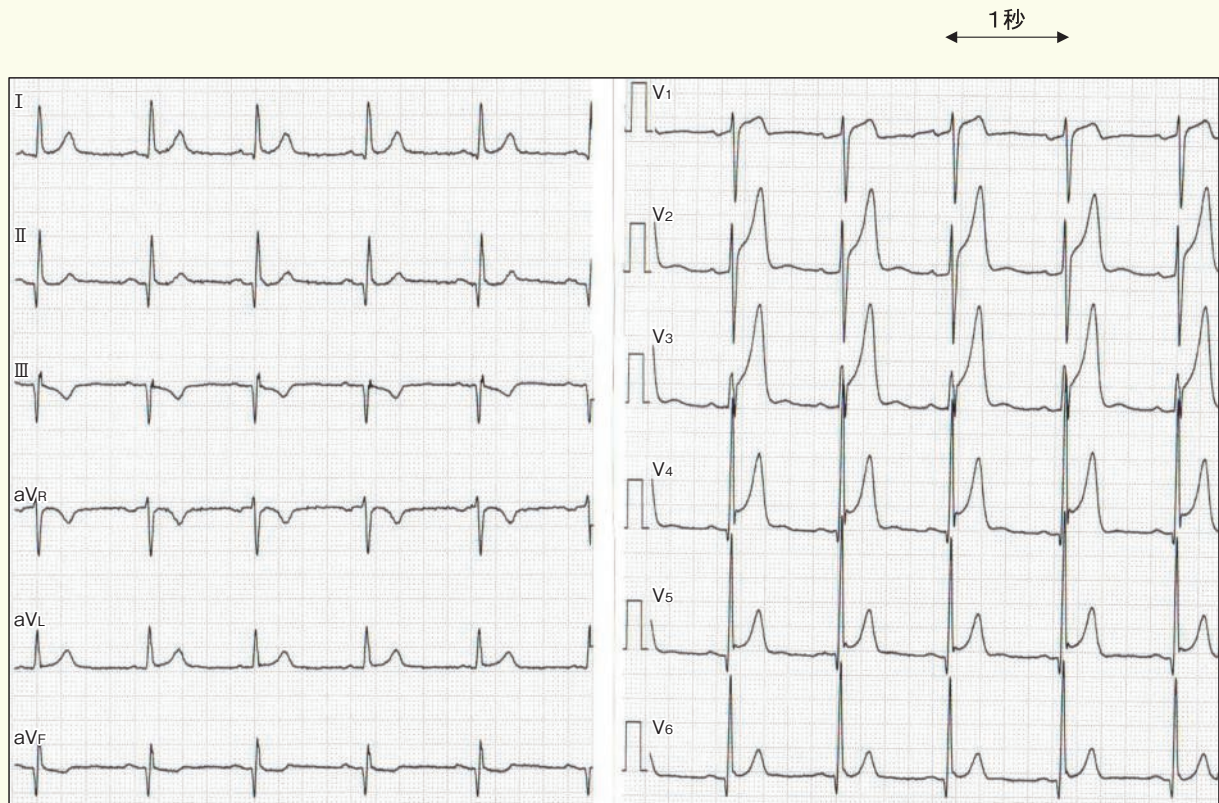
12誘導を6誘導ずつ順次記録。  
60歳、男性。胸痛を主訴として来院した際の記録。

## STT - 3 Answer



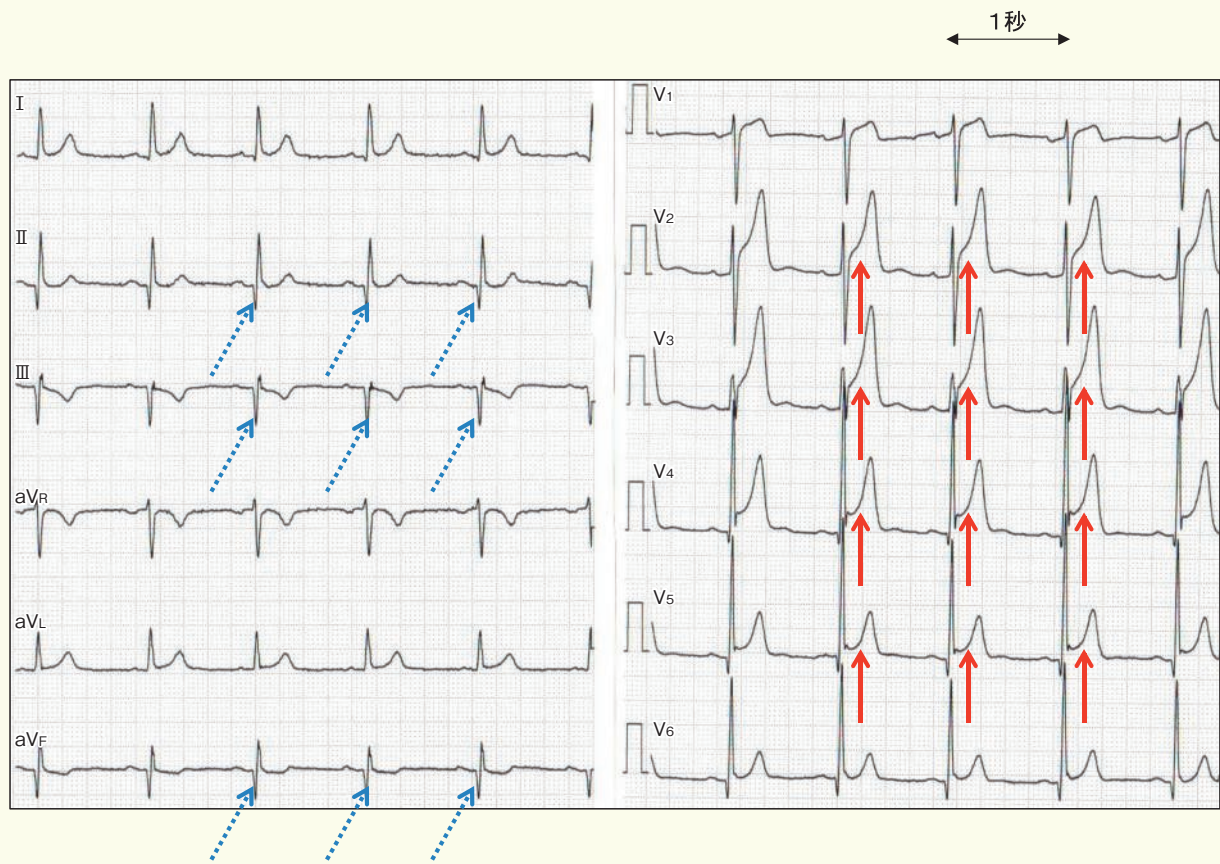
V<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>誘導にST上昇がみられる（↑）。Brugada症候群type 2に類似のsaddleback型ST上昇で、STT-2例によく似ているが、II、III、aV<sub>F</sub>誘導には有意のST-T変化はみられない。冠動脈造影にて円錐枝 (conus branch) の閉塞が確認され、左冠動脈および右冠動脈主幹部以下には有意の病変はないことから、**円錐枝単独病変による心筋梗塞**と診断された。本例およびSTT-2例にみられるように、突然の胸痛を主訴とし、Brugada型心電図を呈する例においては、円錐枝が関与する心筋梗塞を念頭に置く必要がある。

## STT-4 Question



12誘導を6誘導ずつ順次記録。  
70歳、男性。前壁心筋梗塞発症直後の心電図。

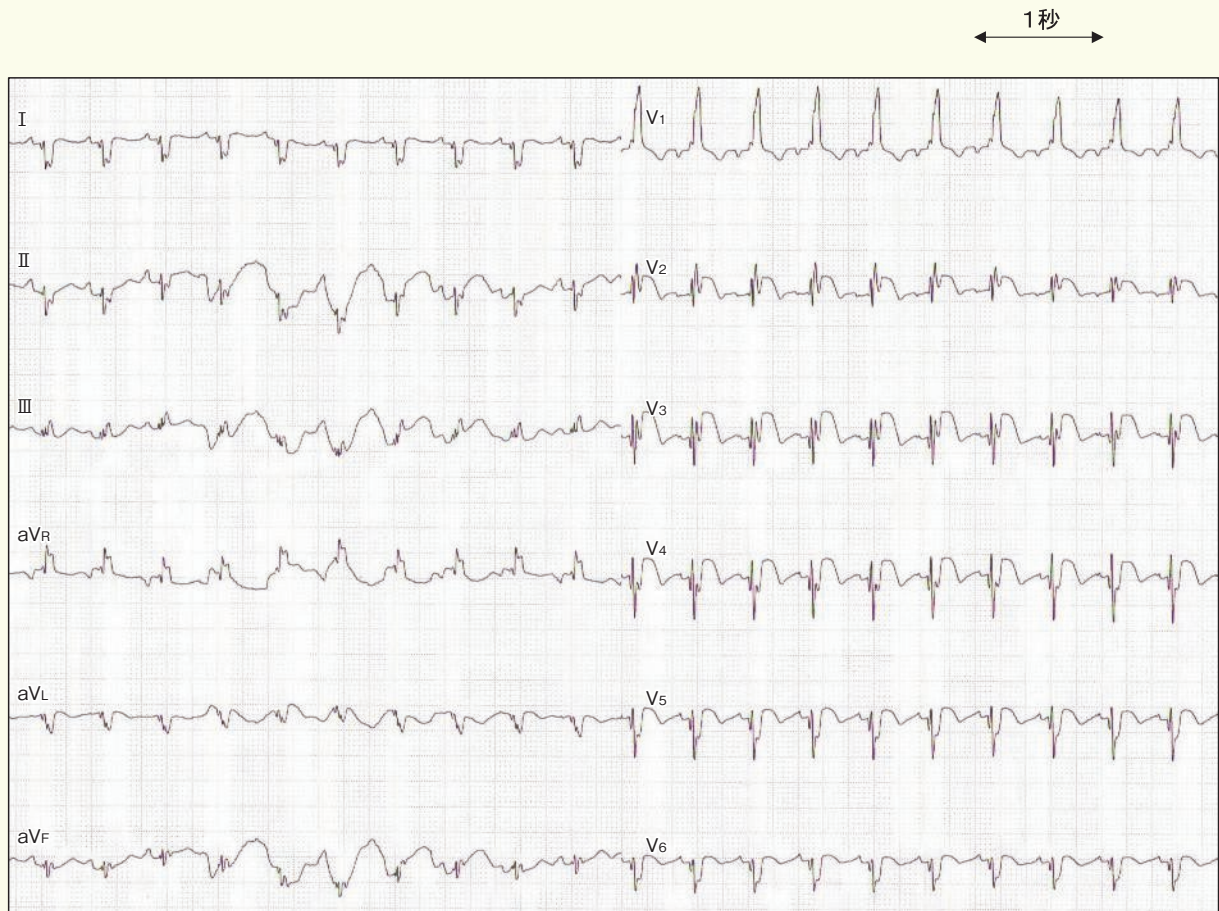
## STT - 4 Answer



V<sub>2</sub>~V<sub>5</sub>誘導にT波の増高を伴う著明なST上昇がみられる(↑)。Q波はほとんどみられず、超急性期心筋梗塞の所見と判断される。突発する心室不整脈に十分な注意が必要である。なお、本例ではII、III、aV<sub>F</sub>誘導に深いQ波が確認されることから(⇩)、以前より陳旧性下壁梗塞を合併している可能性が高い。



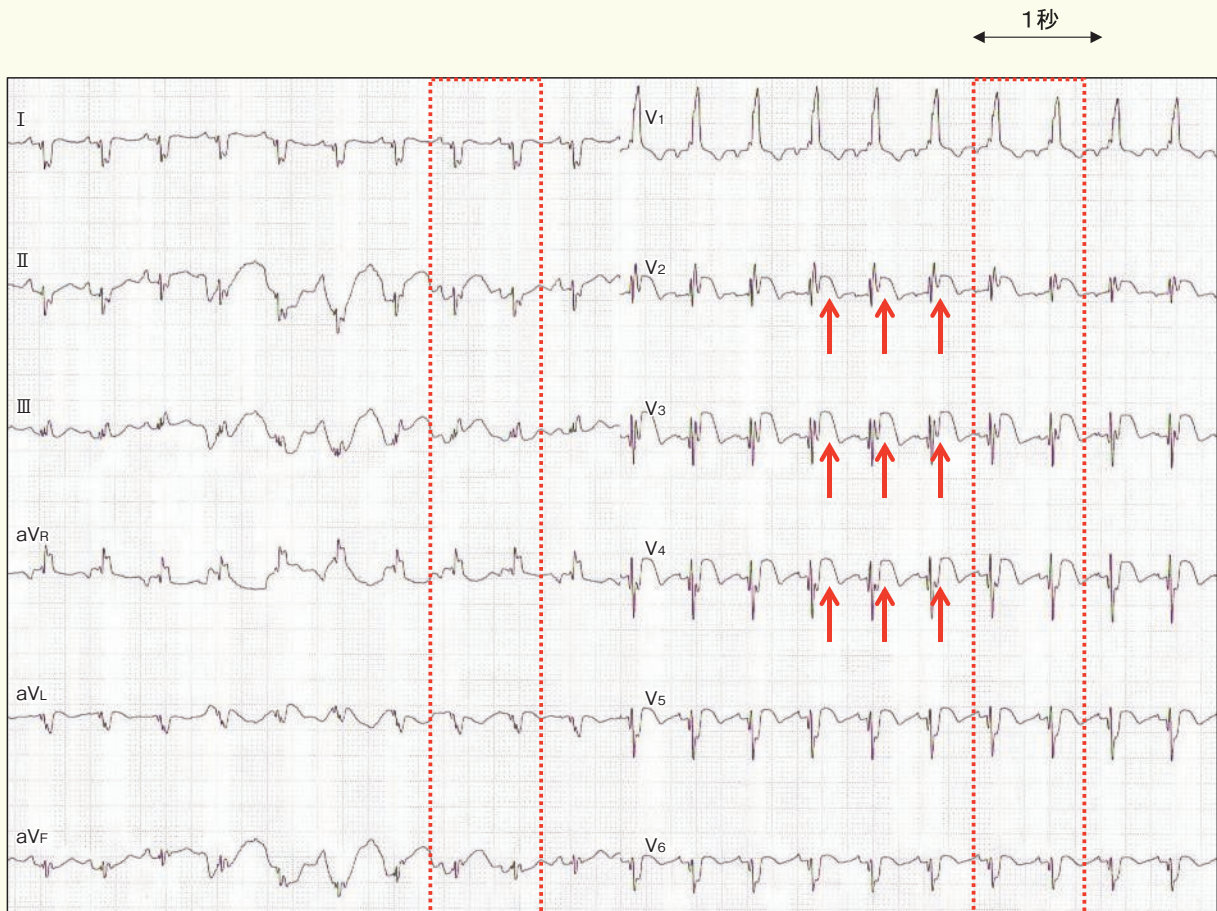
## STT-5 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

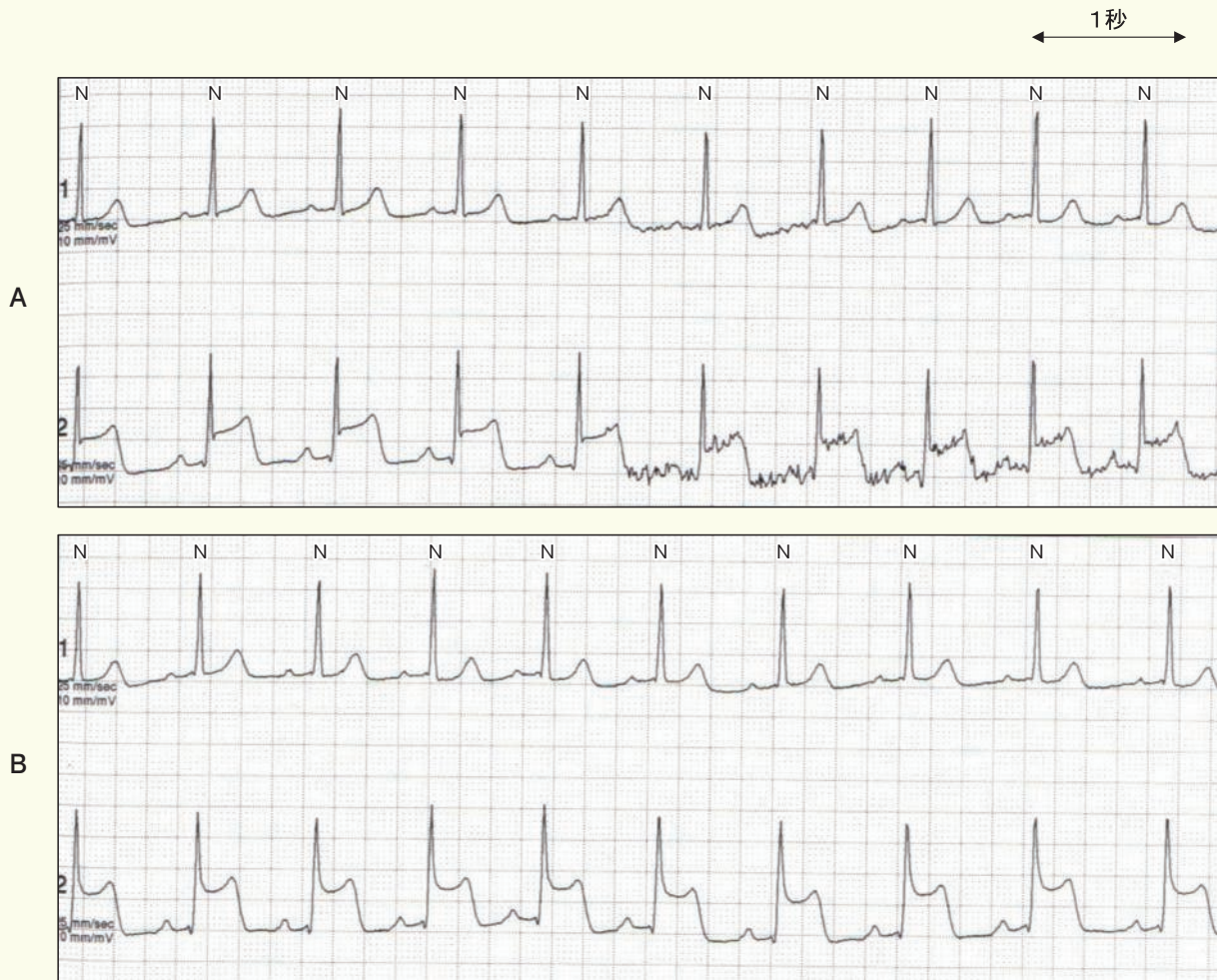
70歳の男性。胸痛の自覚とともにショック状態となり、救急搬送された際の心電図。

## STT-5 Answer



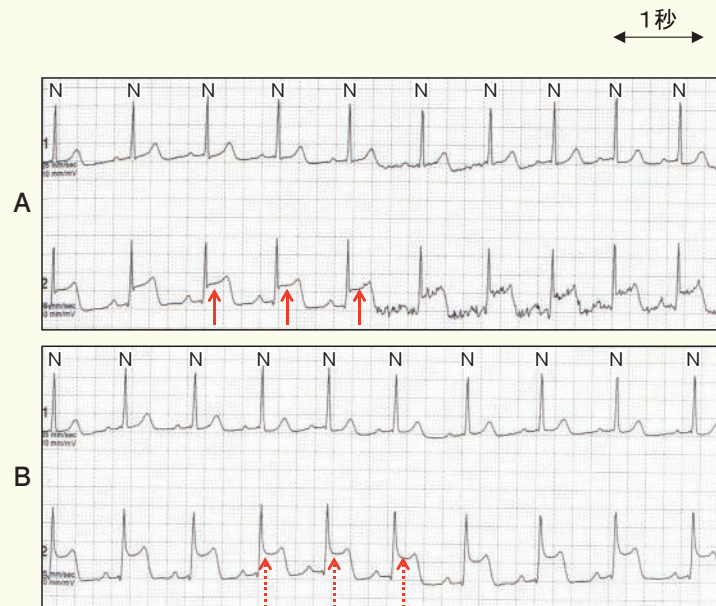
V<sub>2</sub>~V<sub>4</sub>誘導で著明なST上昇を認め(↑)、心筋逸脱酵素の上昇から、Killip IVの急性前壁梗塞と診断された。心電図ではST上昇のほか、心拍数120/分の洞頻脈、心室内伝導障害、高度右軸偏位などの異常所見を認めることから(⋮)、血行動態破綻による突然の心室不整脈に注意を払う必要がある。実際に本例では、直ちにCCUでの監視・管理を行ったが、数十分後に心室細動が発生し、カウンターショックを要した。

# STT-6 Question

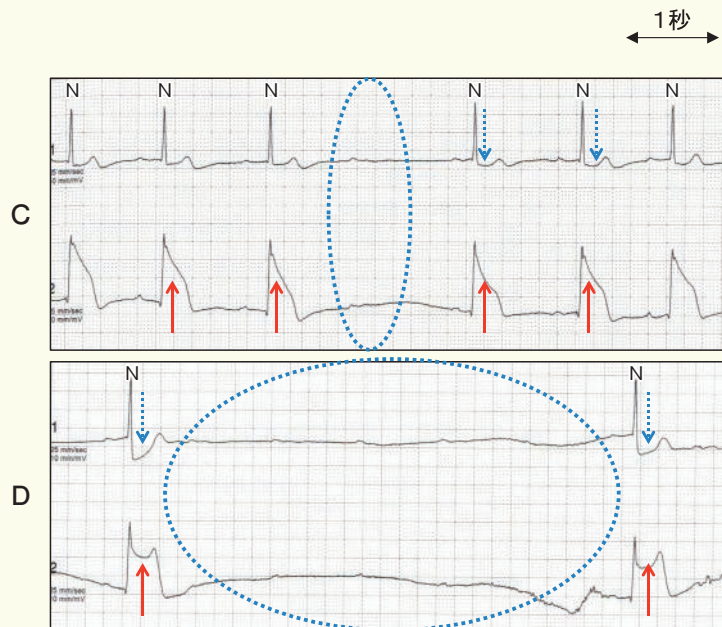


ホルター心電図による記録。  
56歳、女性。異型狭心症発作時のホルター心電図記録。

## STT-6 Answer

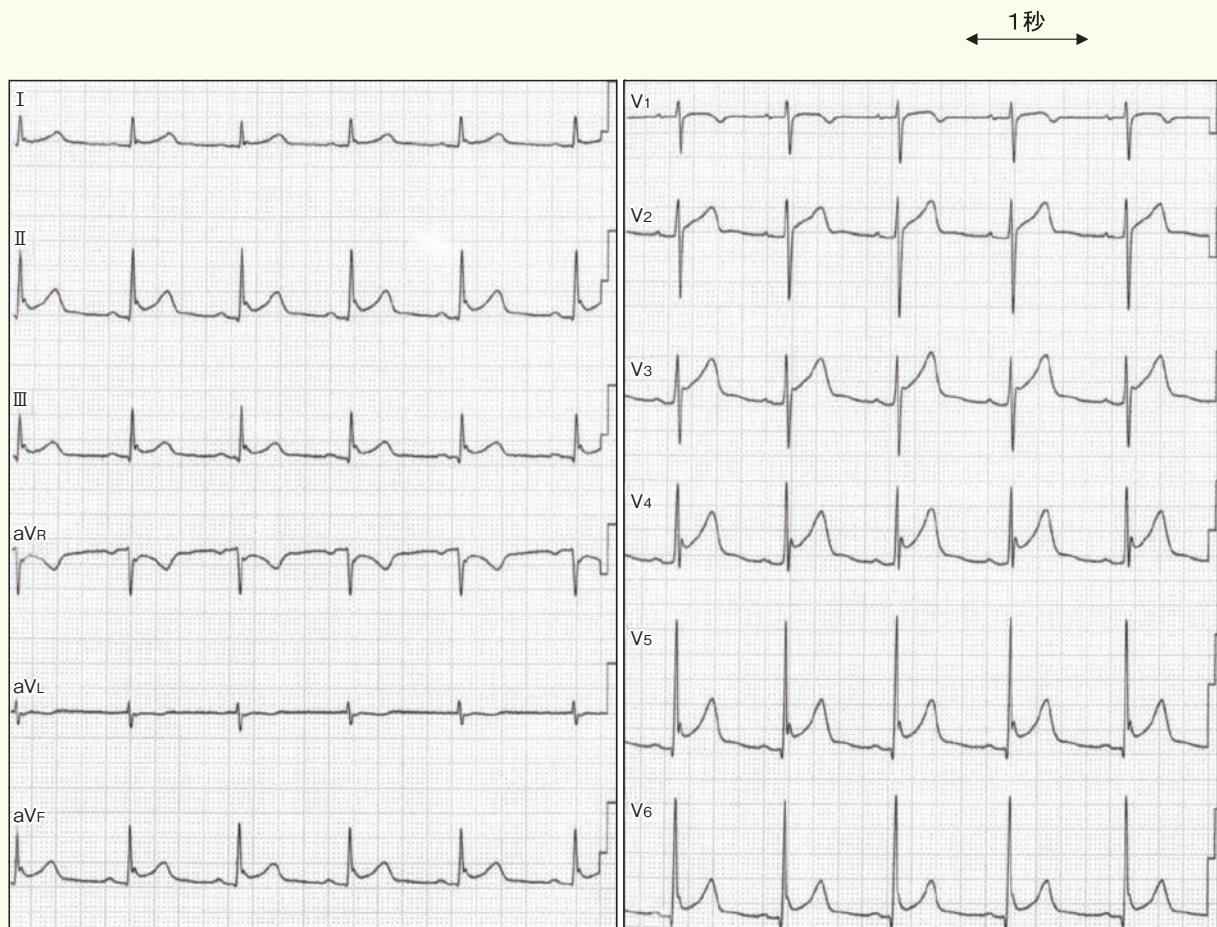


深夜1時15分、胸痛の自覚とともにAに示す**有意のST上昇**がチャンネル2で確認され(↑)、その30秒後にはBで示すようにさらに**ST上昇が強まっている**(↑)。典型的な異型狭心症発作時の心電図変化であるが、この後どのような経過を辿るであろうか。



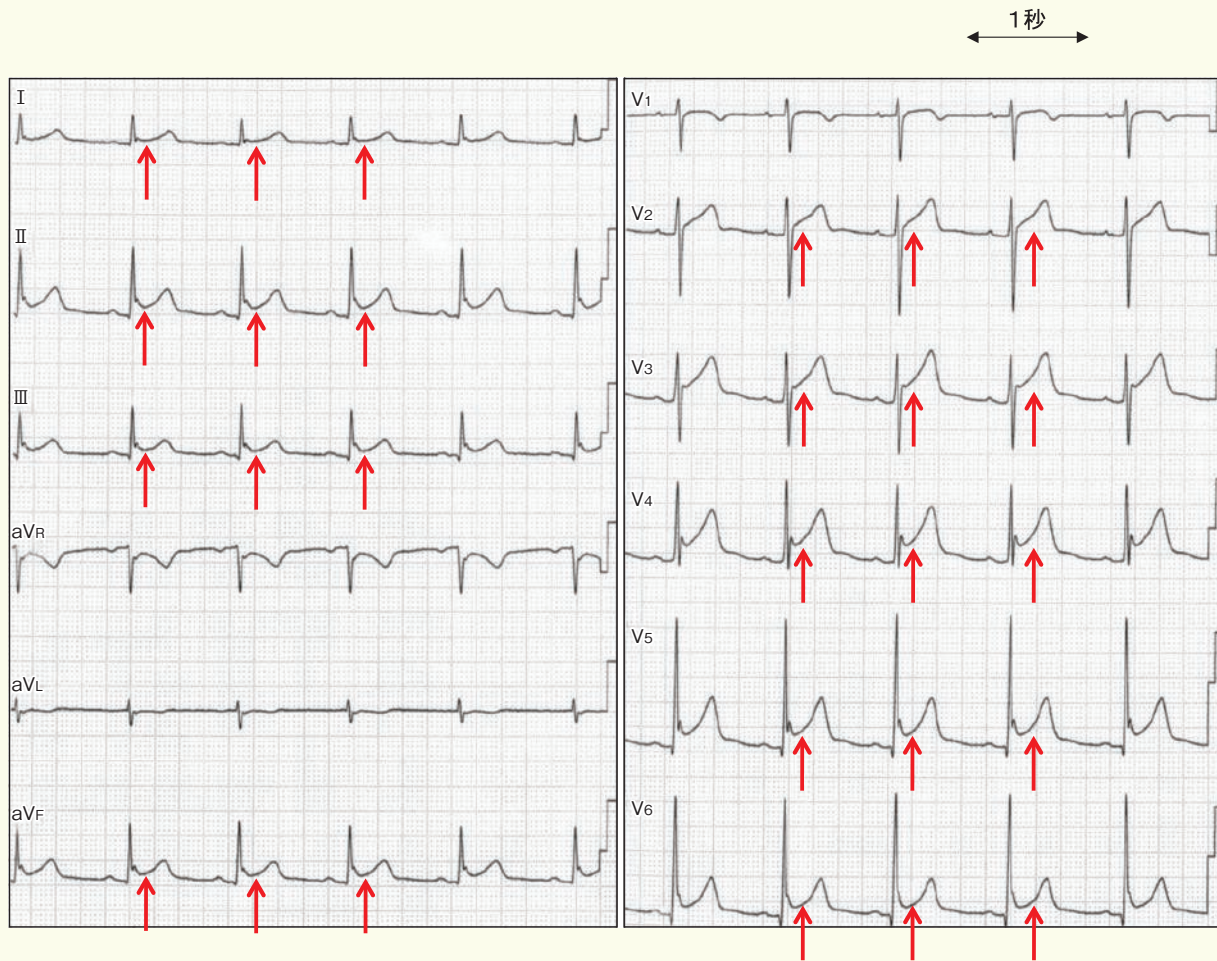
Cはさらに1分後の心電図で、チャンネル2の**ST上昇はさらに増強し**(↑)、ほとんど**活動電位のような形態**をとっている。また、チャンネル1では逆に**ST低下**をきたしているのがわかる(↓)。さらに4拍目では**房室ブロック**(Wenckebach周期のようであるが)も出現し(○)、**心筋虚血が進行している**と判断される。Dはそのさらに1分後の心電図(発作開始から2分30秒後)で、広範な心筋虚血の結果、ついに**advanced AV block**による5.5秒に及ぶ**心停止**をきたした(○)。異型狭心症発作時には、本例のように**極めて短時間に病態が大きく変化する**恐れがあるため、十分な注意が必要である。

## STT-7 Question



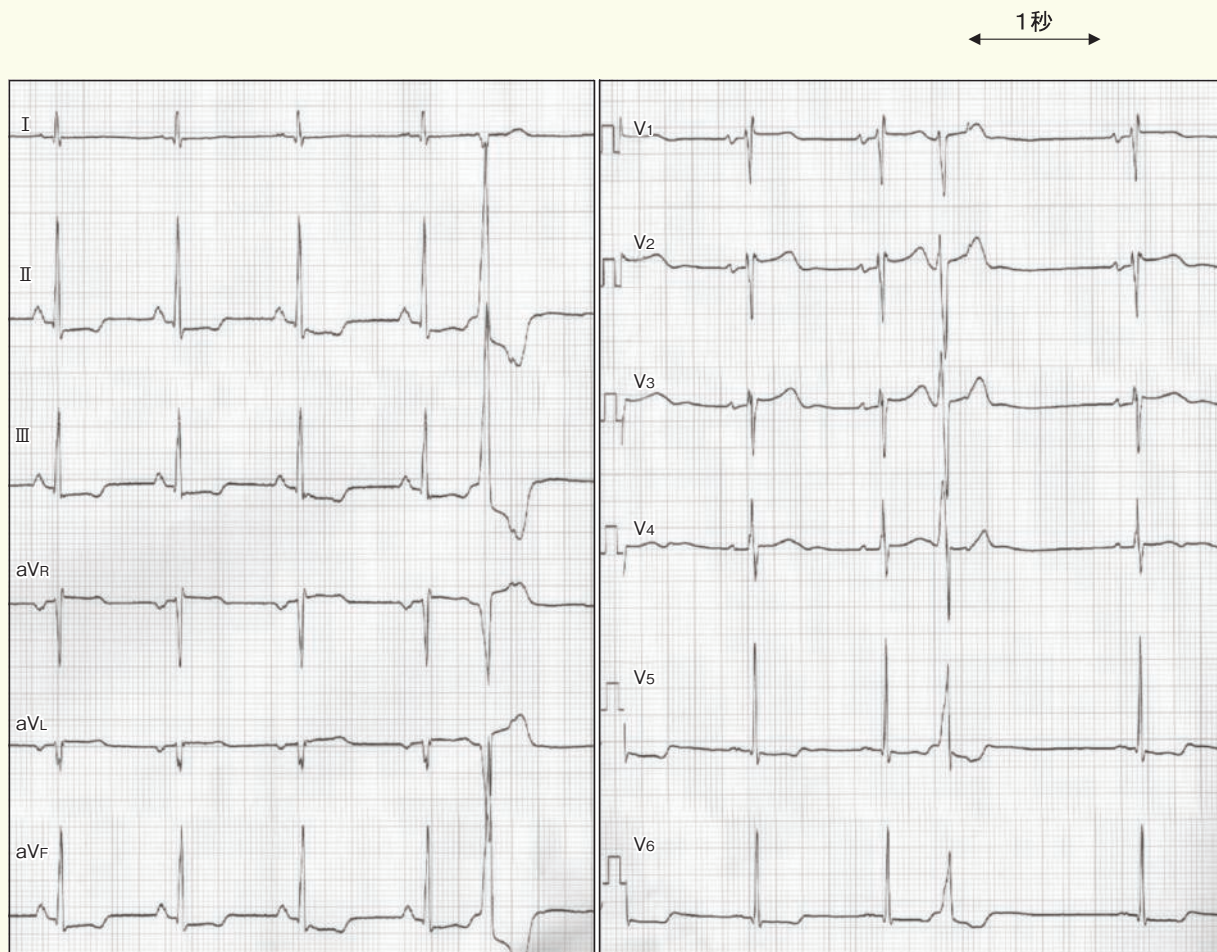
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
40歳、女性。胸痛を主訴に来院。

## STT - 7 Answer



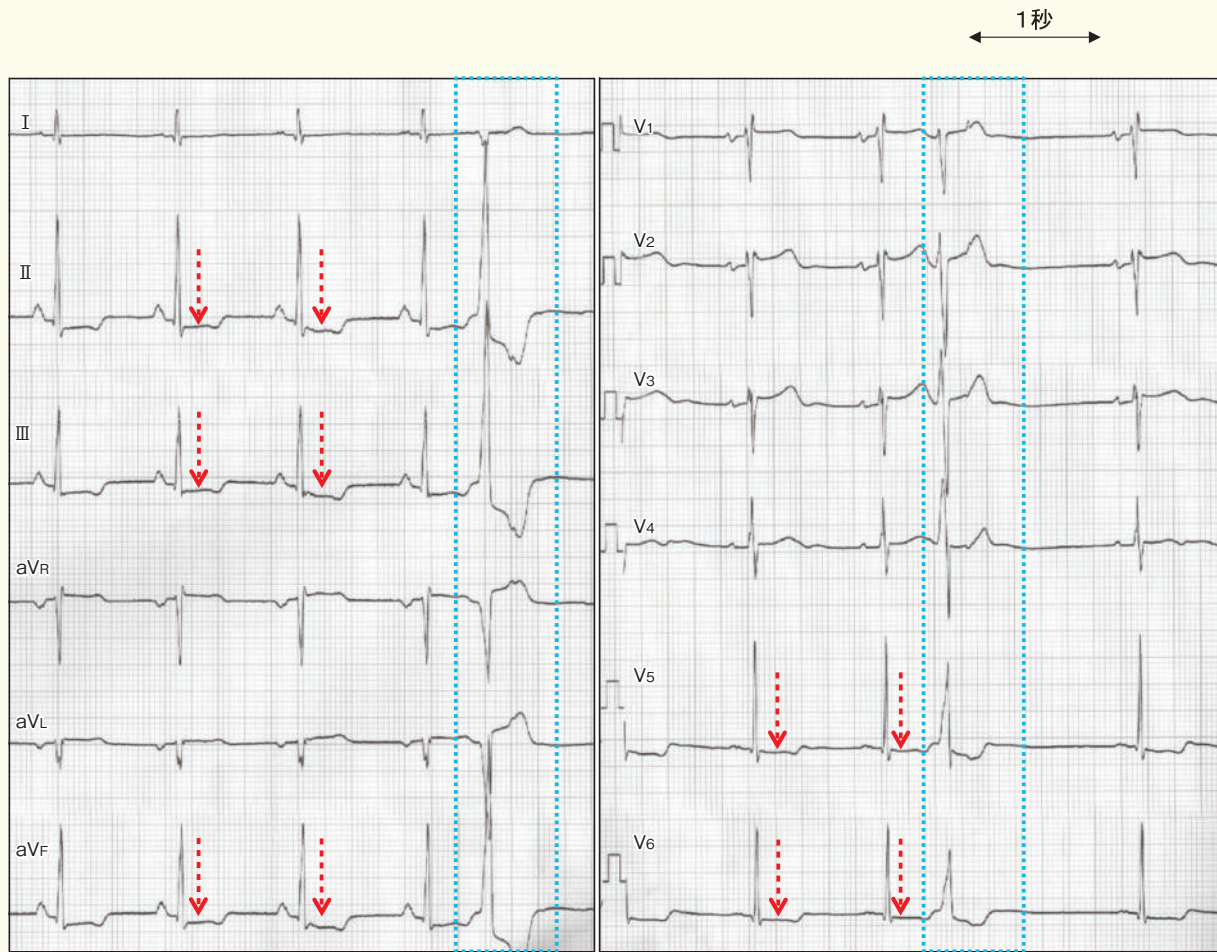
I～Ⅲ、aVF、V<sub>2</sub>～V<sub>6</sub>誘導におよぶ**広範な誘導でST上昇**がみられる(↑)。胸痛を主訴に来院したが、心筋逸脱酵素の上昇はなく、心エコー所見から**急性心膜炎**と診断された。本例のように、急性心膜炎でもしばしば胸痛を伴う有意のST上昇が観察されるため、虚血性心疾患との鑑別が重要である。心膜炎では心房粗動の出現などに注意が必要であるが、通常では重篤な心室不整脈発症のリスクは高くない。

## STT-8 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
60歳、男性。会社の健診の際の記録。

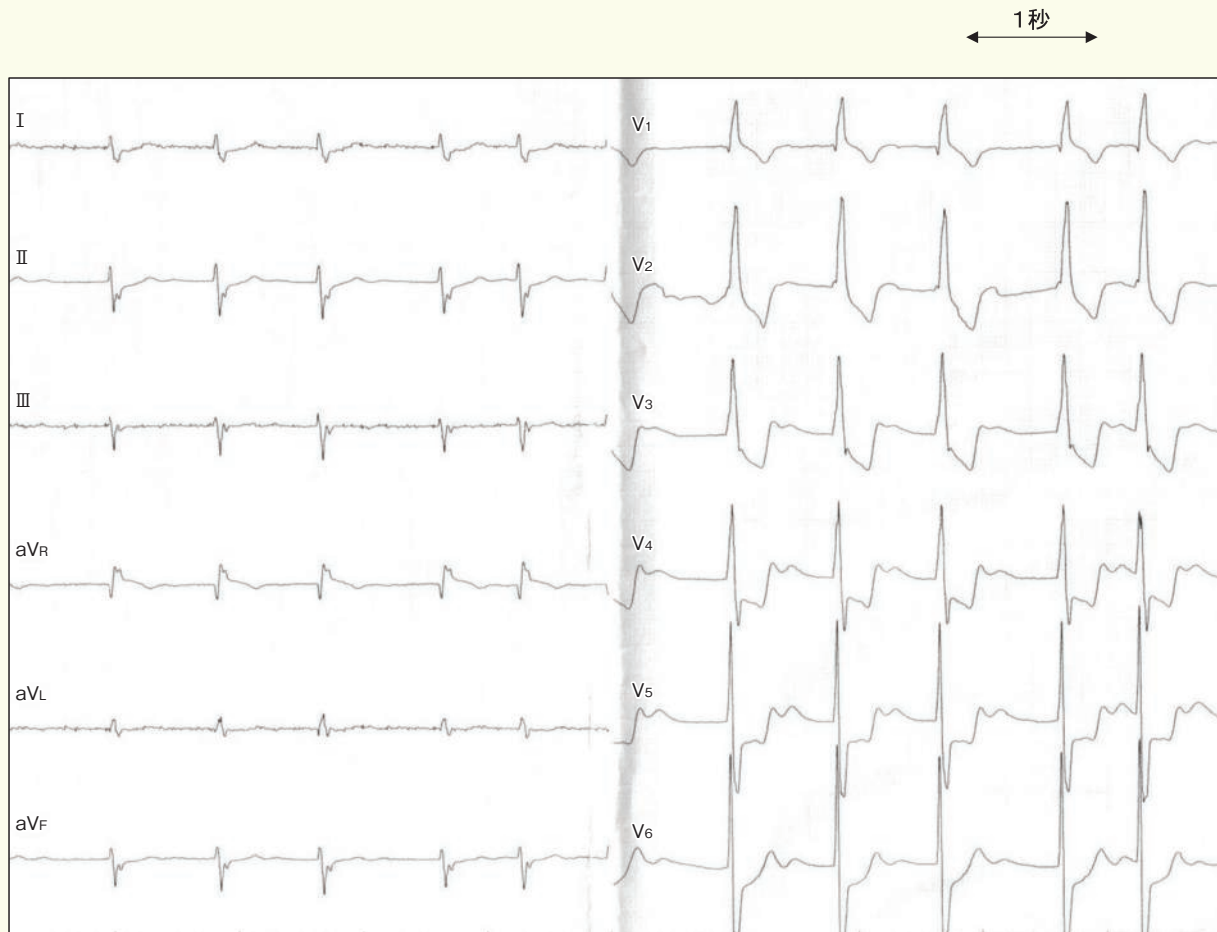
## STT-8 Answer



II、III、aVF、V5、V6誘導において、T波の陰転を伴うストレイン型のST低下がみられる(↓)。水平型のようにも見えるが、著明なR波増高を伴っていることから、左室肥大を反映する変化と考えるのが妥当であろう。なお、第5拍および第8拍到右室流出路起源の心室期外収縮が出現しており(□)、連結期がやや短いことから、別途ホルター心電図や心エコーなどの確認が必要である。



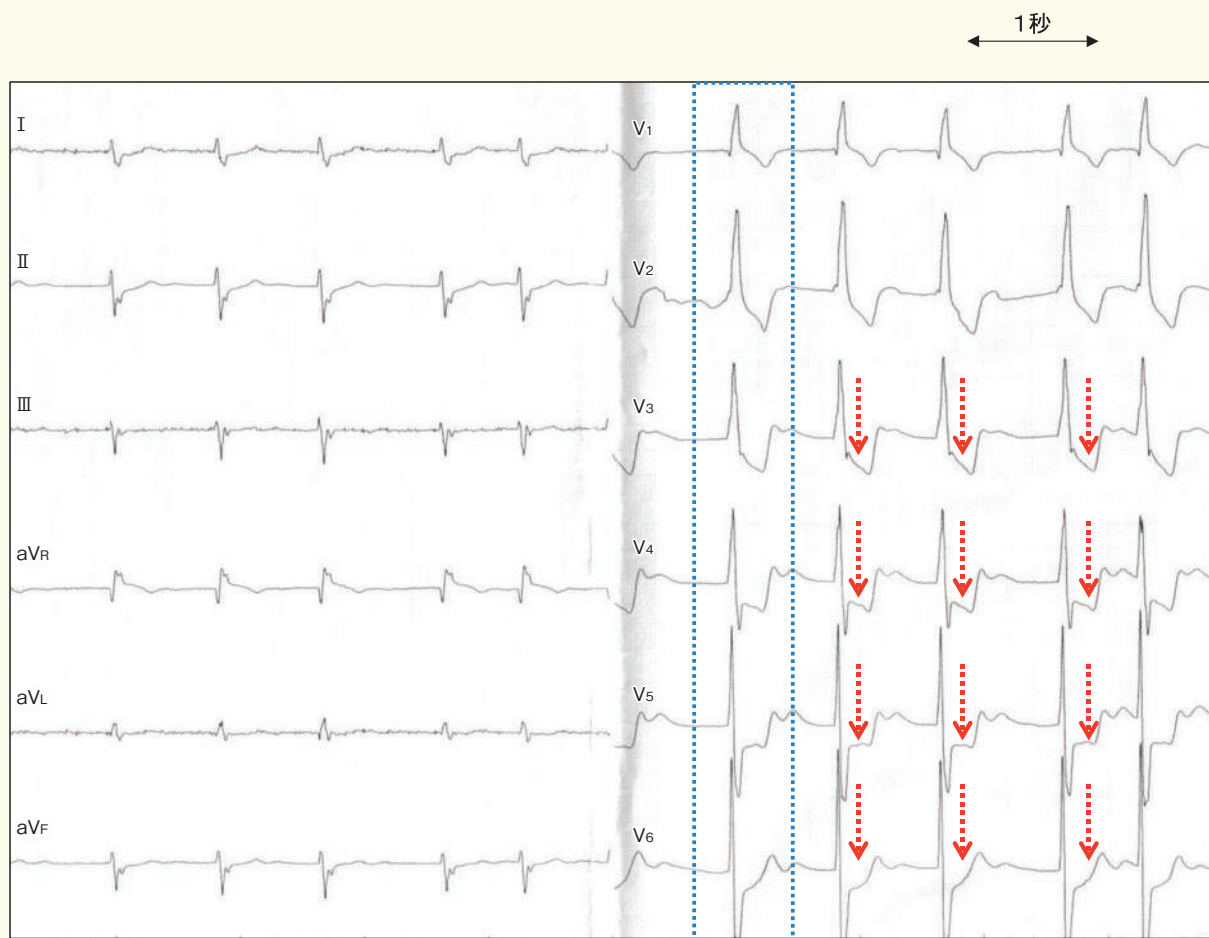
## STT-9 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

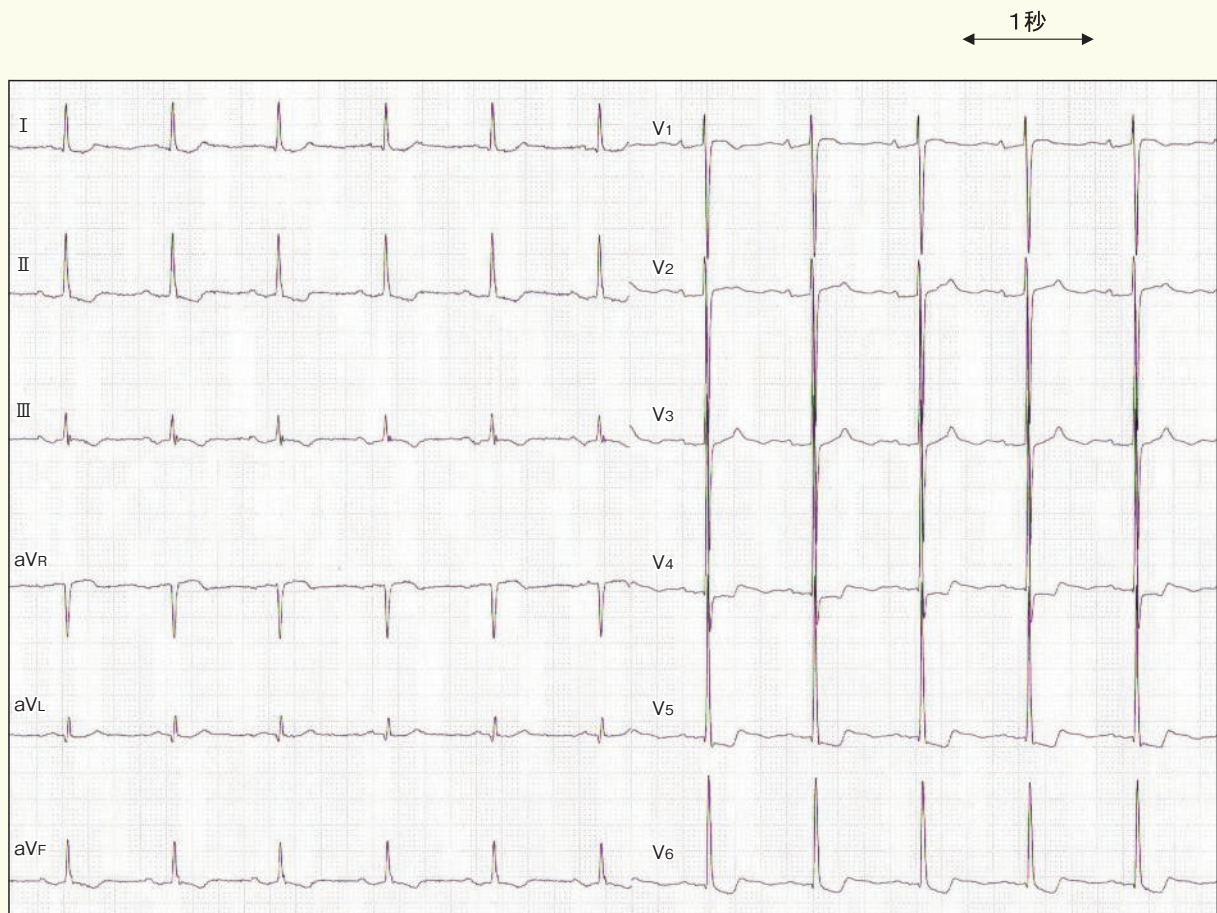
70代の女性。小児期から心房中隔欠損に伴う心房細動、心房粗動を繰り返しており、僧帽弁閉鎖不全を合併して両心不全状態にある。

## STT-9 Answer



心房波はほとんど消失し、部分的心房静止をきたしており、心室内伝導障害も著明である (□)。ST部分に関しては、高度の水平型ないし上向型ST低下を示している (↓)。心不全に対して用いられているジギタリスの影響もあるが、広範な心筋虚血の関与が大きいと判断される。重篤な心室不整脈発生のリスクは小さい。

## STT-10 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

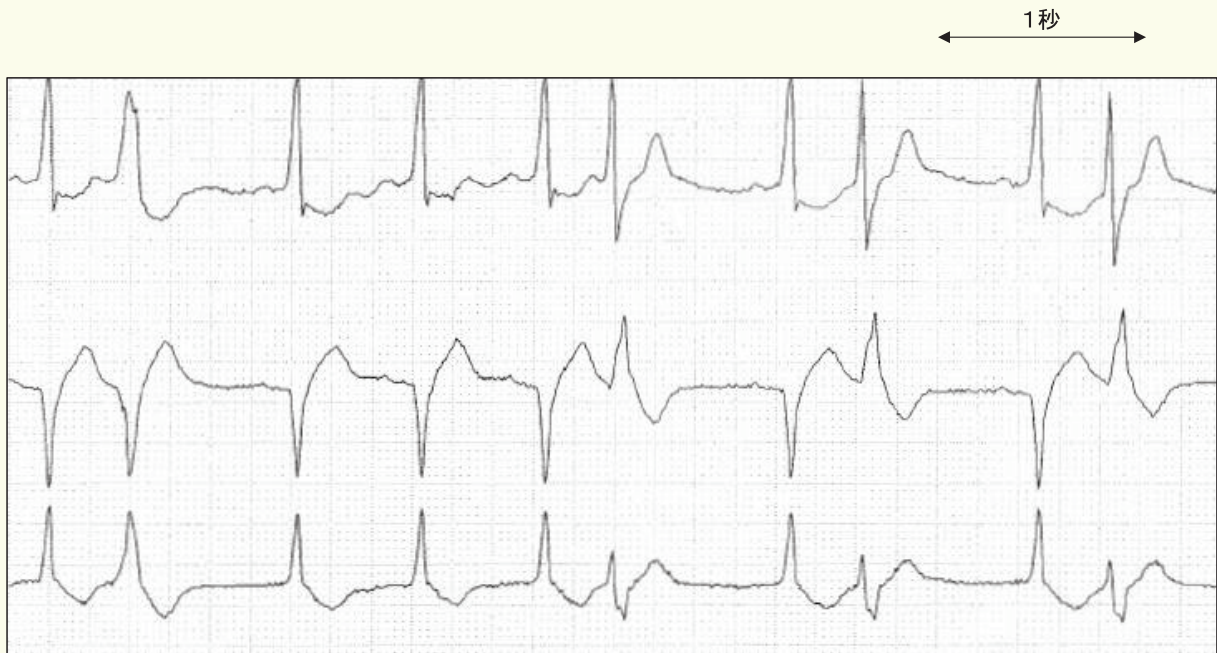
76歳、女性。高血圧性心疾患にて近医からジギタリス製剤を処方されていたが、強い消化器症状をきたして来院した。

# STT-10 Answer



有意のST低下を認めるが(↓)、その形態は特にV<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導で明らかなように盆状(sagging)で、ジギタリス中毒の際にみられる特徴的な所見を呈している(↓)。なお、この際の血清ジゴキシン濃度は2.76 μg/dlと中毒域にあった。

## STT-11 Question



ホルター心電図の記録。

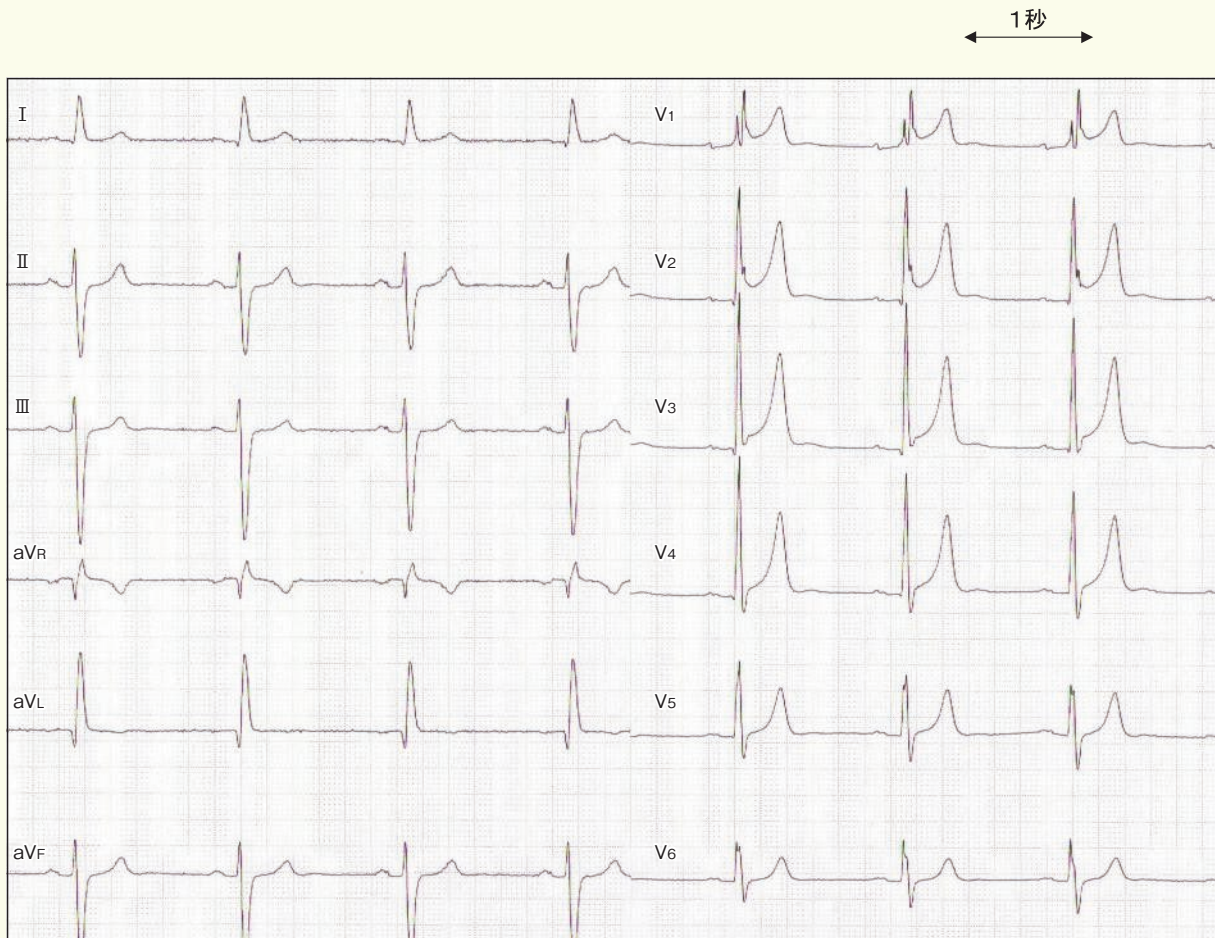
78歳、男性。ジギタリス製剤を処方されており、食思不振、動悸、倦怠感などを自覚して来院した際のホルター心電図。

# STT-11 Answer



著明な盆状ST低下(↓)に加えて、多形性心室期外収縮が多発し(⊙)、ジギタリス中毒の所見と考えられる。

## STT-12 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

82歳の男性。慢性腎不全のため透析中で、血清K値は6.1 meq/Lであった。心電図にはどのような所見があるだろうか。

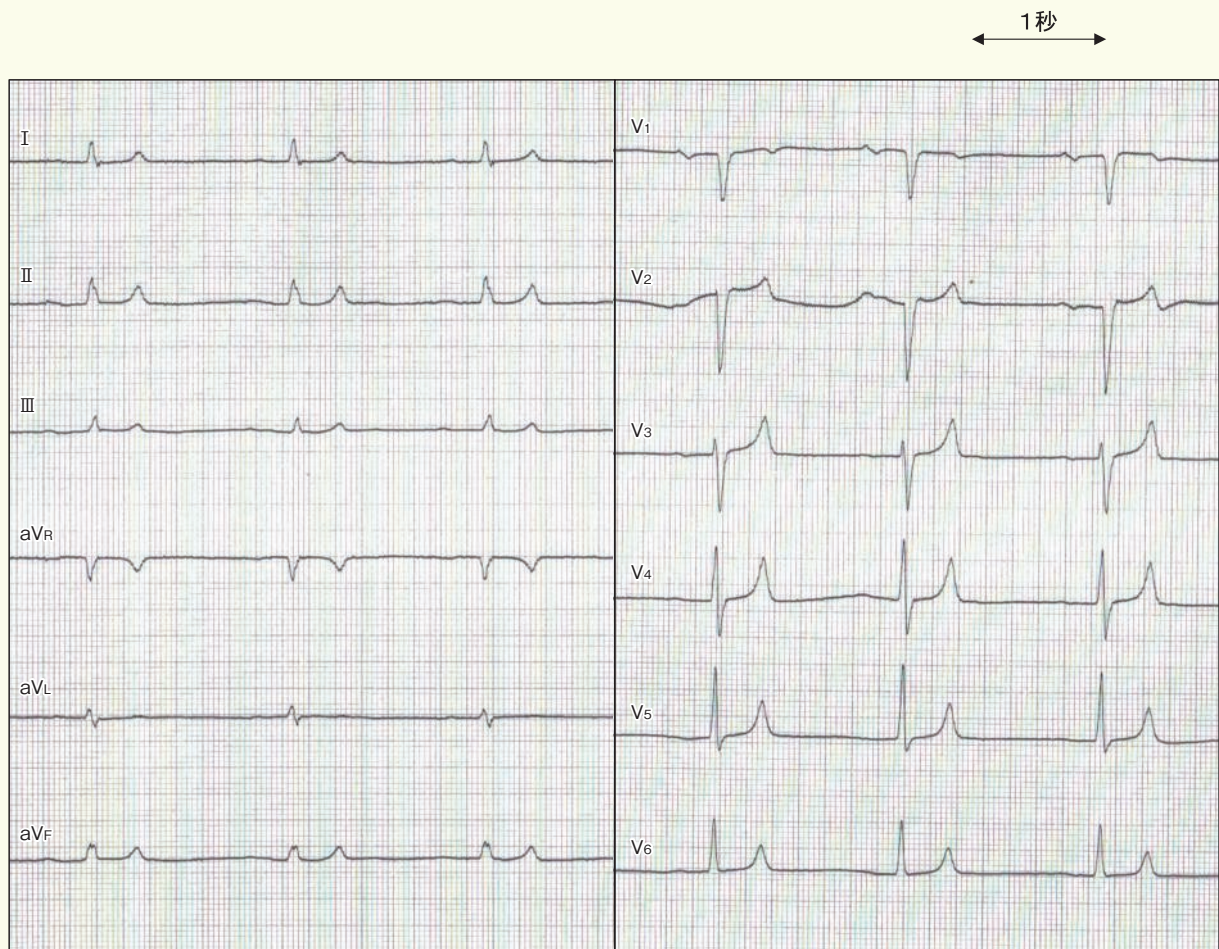
# STT-12 Answer



胸部誘導においてT波が極端に増高し(□)、典型的な高カリウム血症の心電図所見と判断される。なお、本例では心拍数45/分の洞徐脈、完全右脚ブロック+左軸偏位を伴っており、高度徐脈や房室ブロックへの進展に注意が必要である。



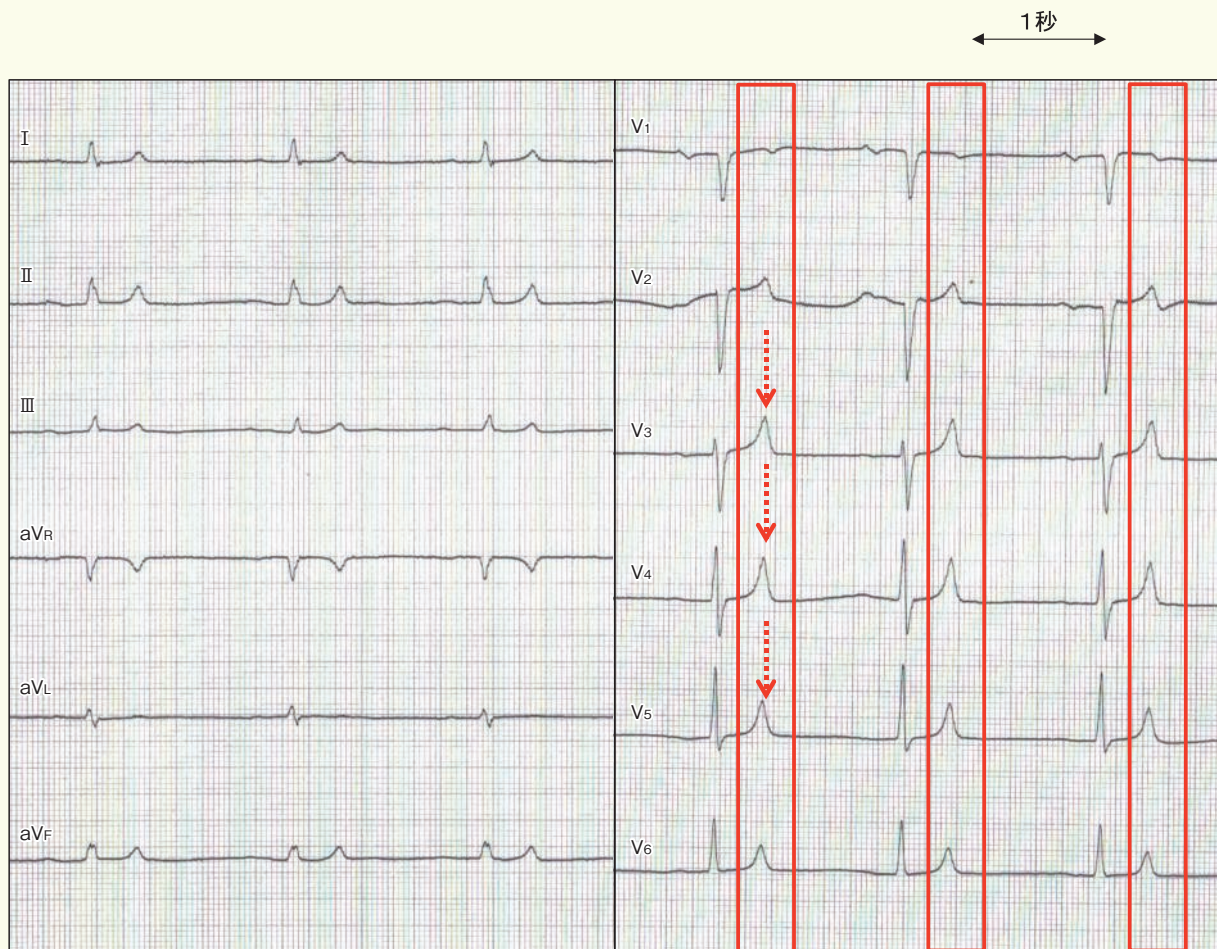
## STT-13 Question



12誘導を6誘導ずつ記録。

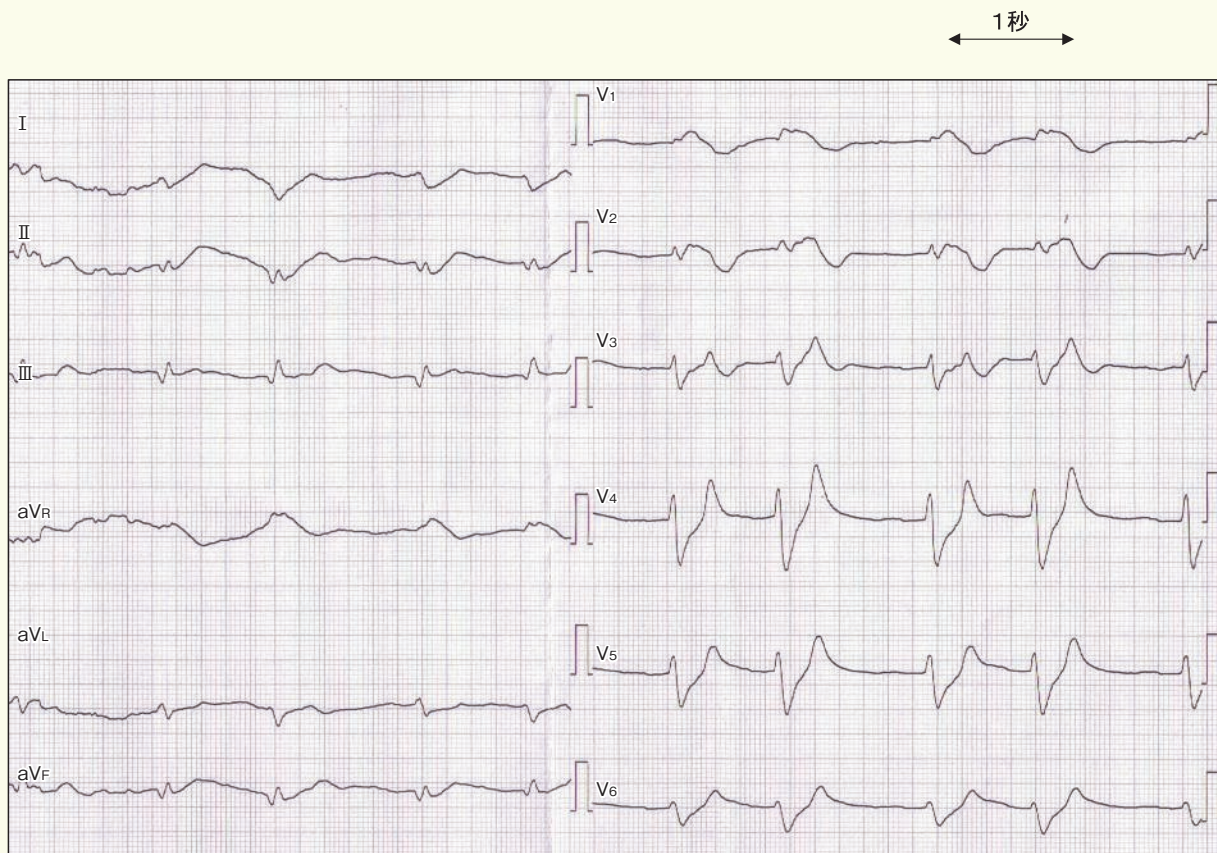
60歳の男性。高血圧と腎機能低下により経過観察中。徐脈を指摘されて来院。

# STT-13 Answer

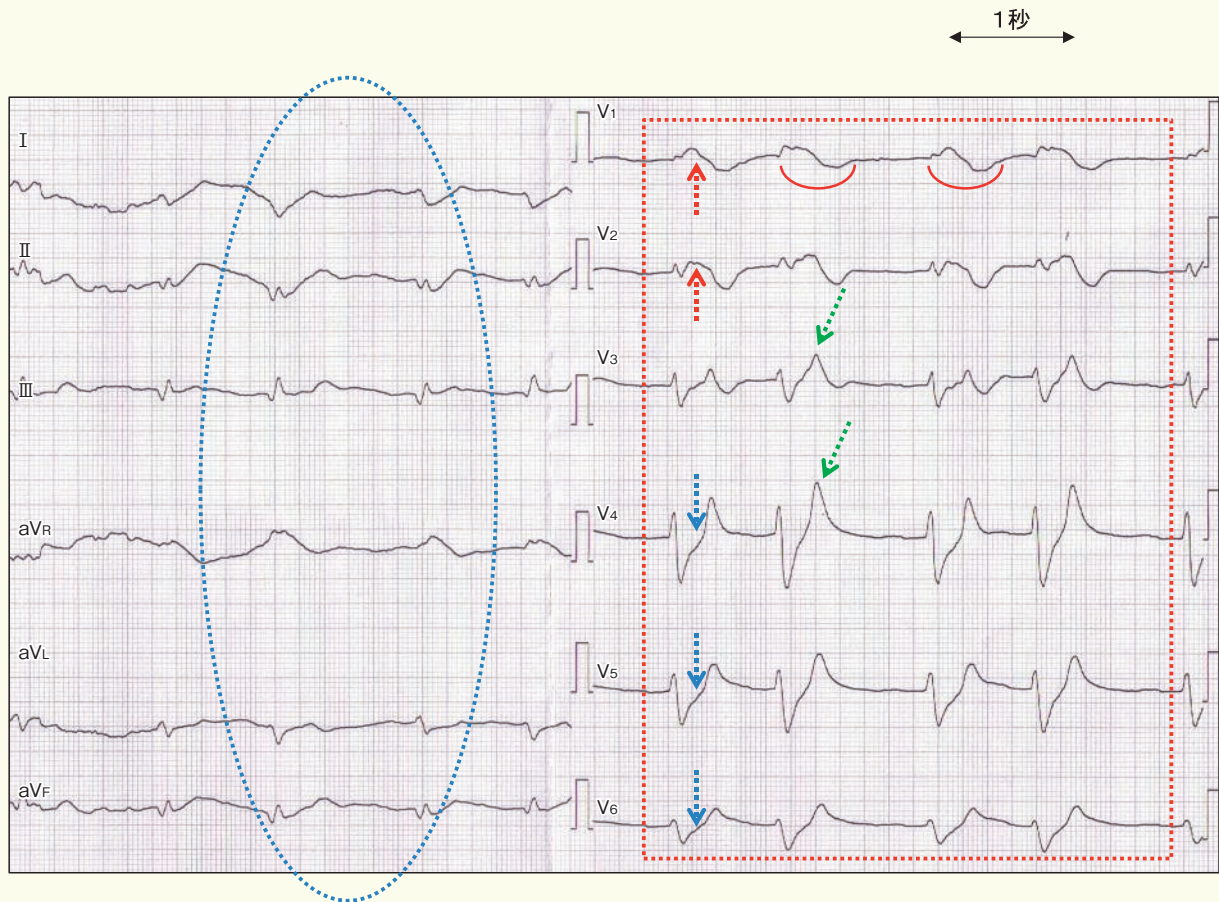


T波はそれほど増高していないが、幅が狭く尖っている(↓)。いわゆるテント状T波 (Tentorial T) を呈している(□)。血清K値は8.0 meq/Lと、高度の高カリウム血症を認めた。心拍数38/分の高度徐脈とPR0.32秒の第1度房室ブロックを伴っており、突然の高度房室ブロック出現に注意が必要である。

## STT-14 Question

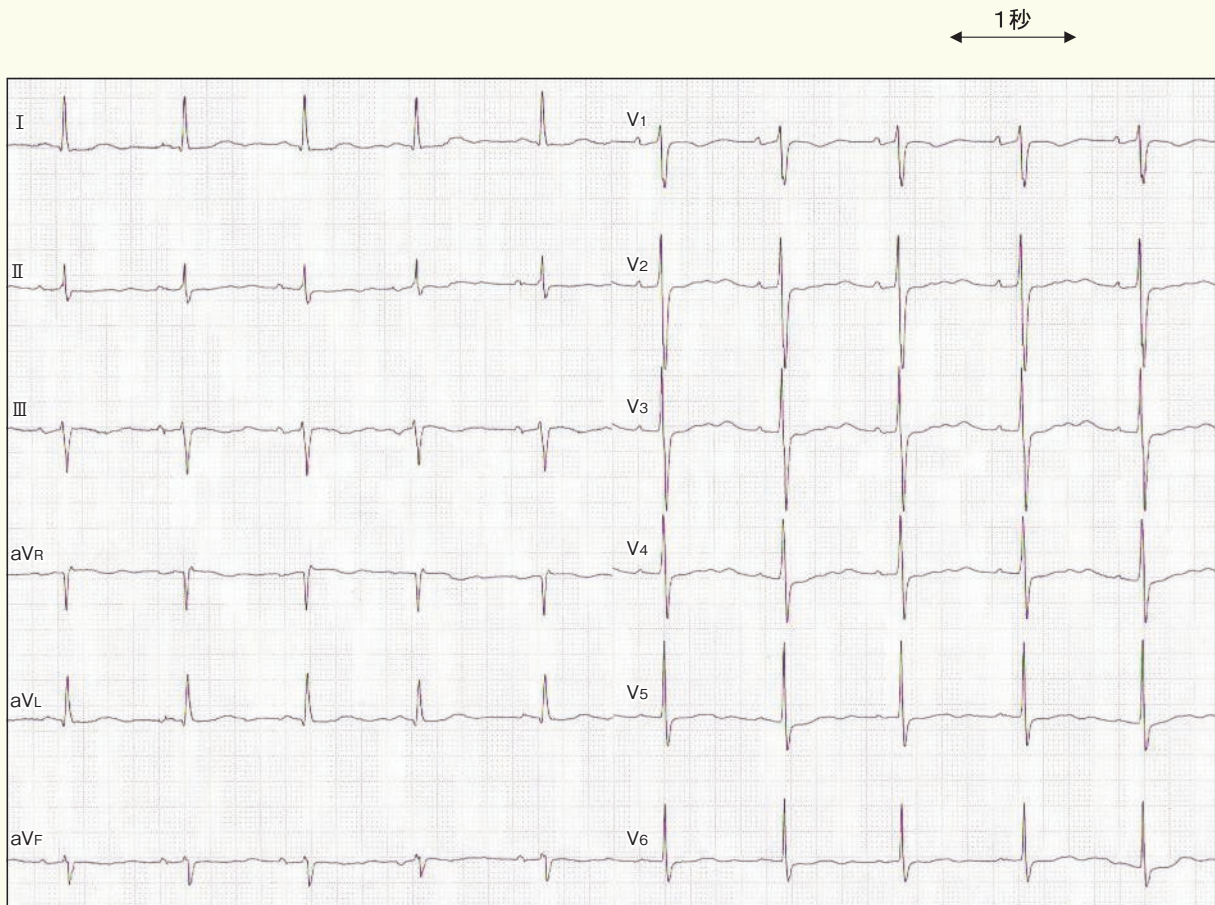


## STT-14 Answer



痙攣のため基線が動揺し、判読がやや困難であるが、異様な心電図を呈している。肢誘導の低電位差、極端なwide QRS (○)、V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導のST上昇 (▲)、V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>誘導のST低下 (▼)、テント状T波 (▽)、QT延長 (∩) など多彩な所見のほか、P波がしっかりと同定できないため断定はできないが、第2度房室ブロックによると思われる2段脈も観察される (⋯)。血清K値は9.5 meq/Lと極端な高カリウム血症を呈し、いつ心停止をきたしてもおかしくない状態である。

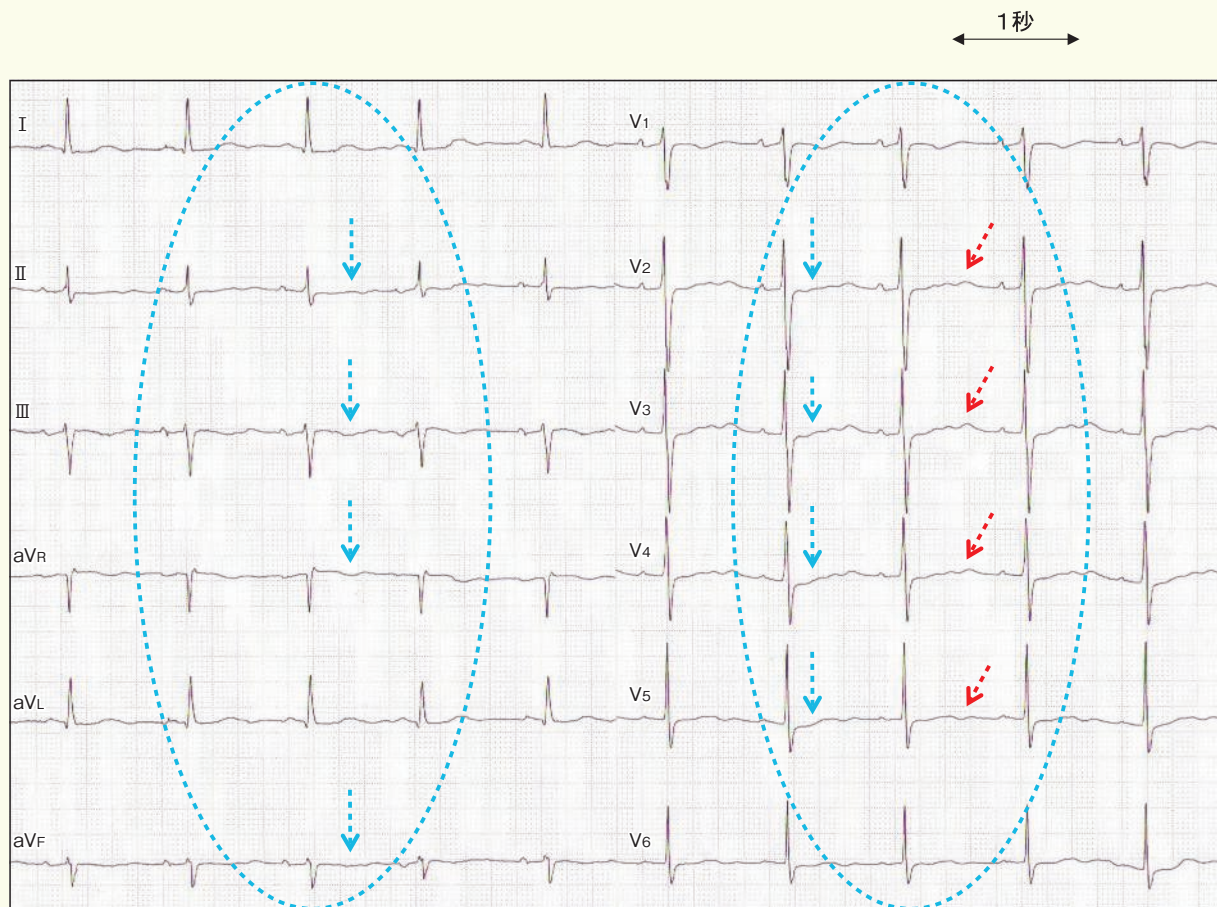
## STT-15 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

82歳の女性。ループ利尿薬を使用しており、血清K値は2.9 meq/Lであった。

# STT-15 Answer



広範な誘導での平低T波(↓)に加え、V<sub>2</sub>~V<sub>5</sub>誘導では明らかなU波も観察される(↓)。このような典型的な低カリウム血症の心電図所見を呈した際には、**心室不整脈**発生に留意すべきである。

## STT-16 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

74歳の女性。心不全に対してループ利尿薬を投与されていたが、脱力感などを主訴に来院。

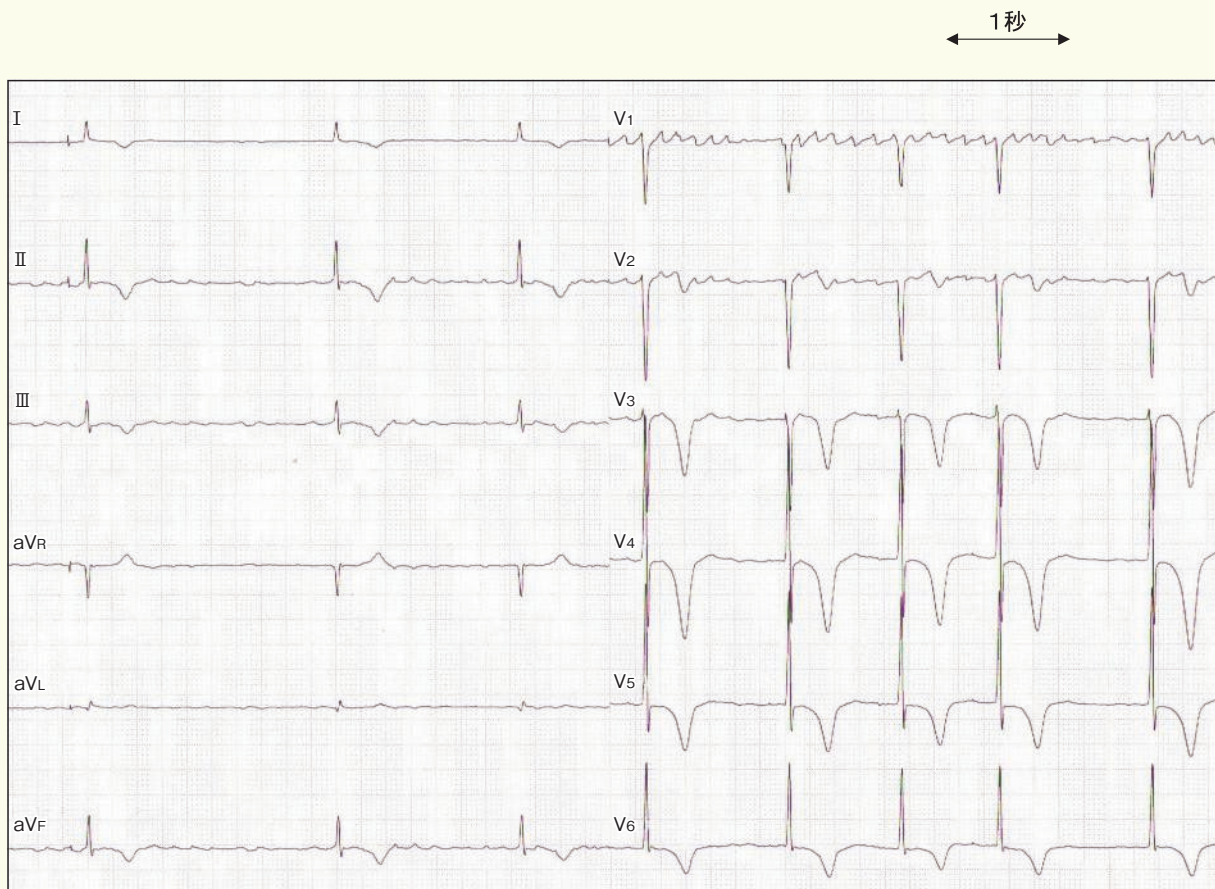
# STT-16 Answer



血清K値1.9 meq/Lと、**高度の低カリウム血症**を認めた。肢誘導では全誘導で**平低T波** (□)、胸部誘導では**陰性T波** (⋯) が観察される。また、P波と重なっているのは、**著明なU波**と考えられる (○)。いずれも、低カリウム血症の際にしばしばみられる所見である。



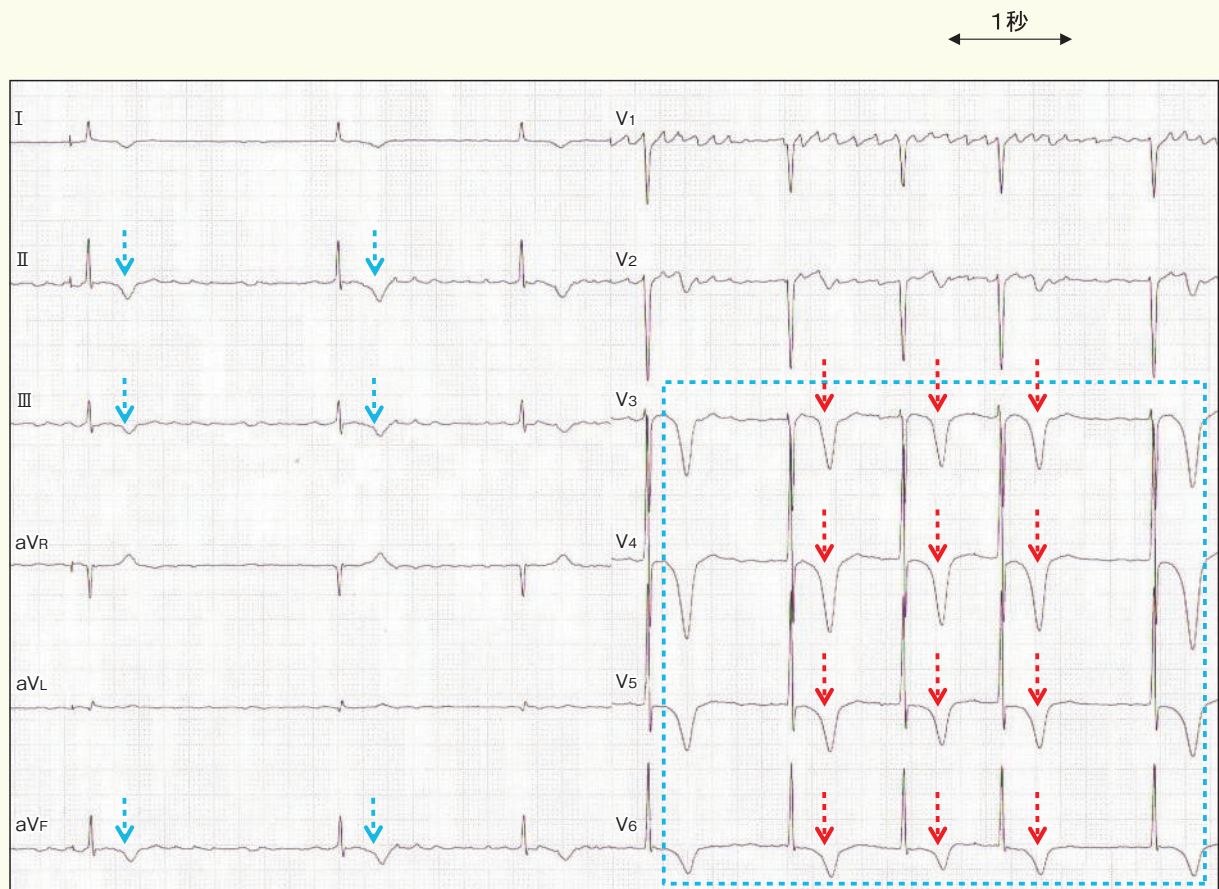
## STT-17 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

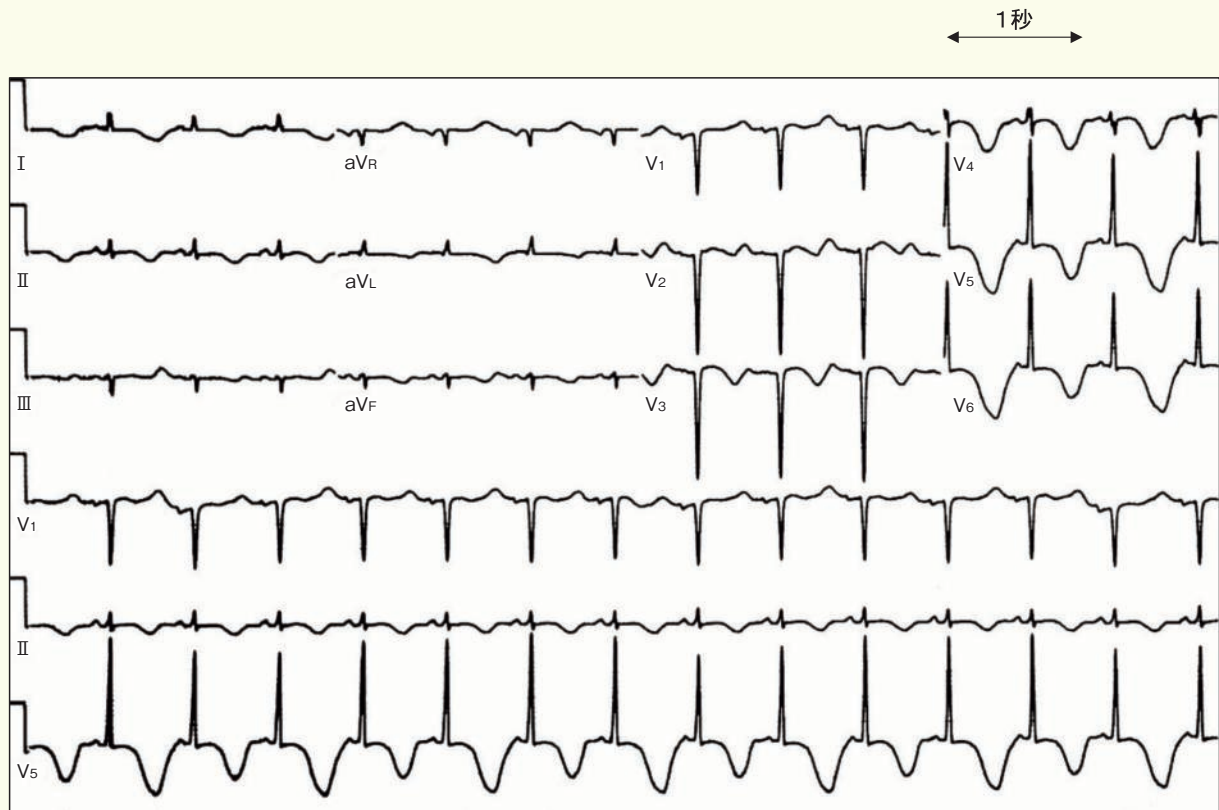
74歳の男性。心房細動にて経過観察中であったが、家族に不幸があり、突然の胸痛を自覚して救急来院した。心筋逸脱酵素は上昇しておらず、後の心エコー、心臓MRIなどにより「たこつぼ症候群（心筋症）」と診断された。心電図にはどのような所見があるだろうか。

## STT-17 Answer



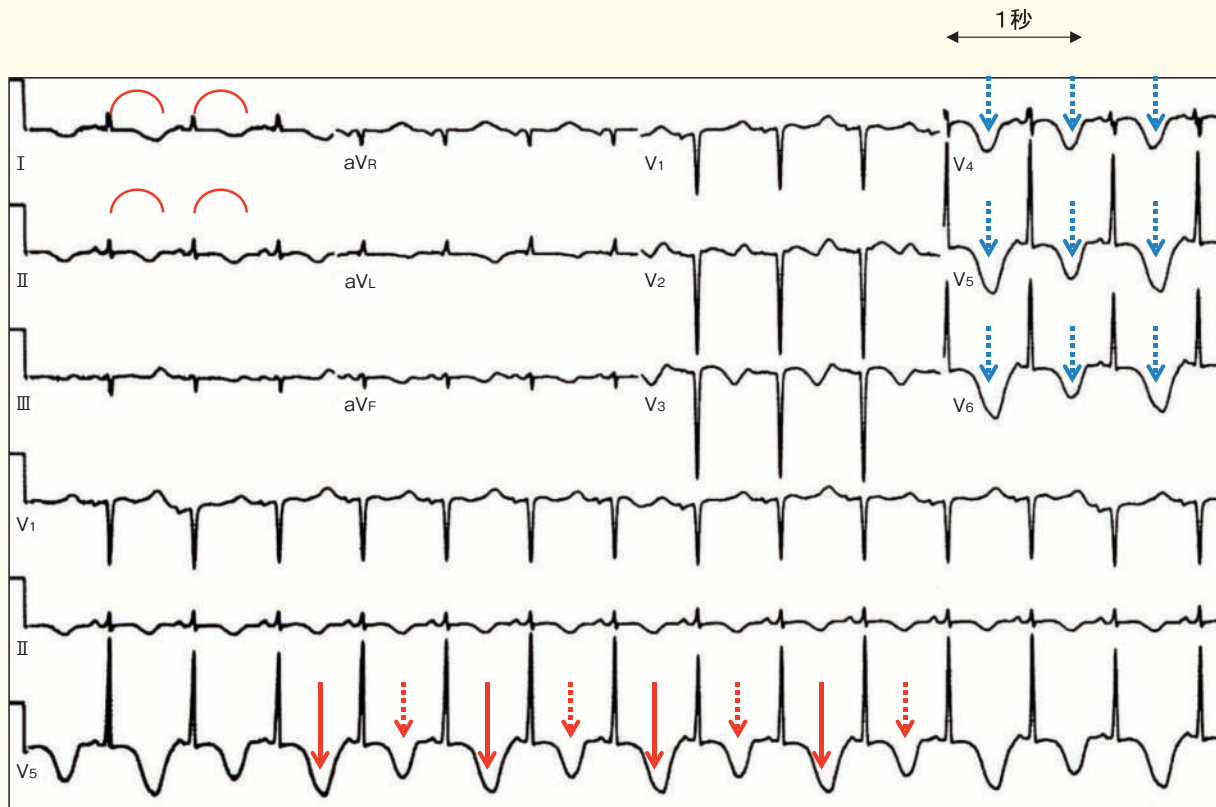
基本調律は徐脈性心房細動であるが、 $V_3 \sim V_6$ 誘導 ( ) において特徴的な**巨大陰性T波 (giant negative T)**が観察され (↓)、肢誘導においても多くの誘導で**T波が陰転**している (↓)。たこつば症候群 (心筋症) では、一時的に低下した壁運動が回復した後も、しばらくの間このような巨大陰性T波が残存する例がある。





## STT-18 Question



12誘導を3誘導ずつ連続とV<sub>1</sub>、II、V<sub>5</sub>誘導を同時記録。  
65歳の男性。陳旧性心筋梗塞で経過観察中に記録。

## STT-18 Answer



著明なQT延長（)と多くの誘導での陰性T波、V<sub>4</sub>～V<sub>6</sub>誘導における巨大陰性T波（)などがみられる。加えて、最下段に示すV<sub>5</sub>誘導で最も顕著に観察されるT波振幅の交互変化（陰性T波が深い心拍（)と浅い心拍（)）が特徴的である。T波交互脈（T wave alternans: TWA）と呼ばれる現象で、心室細動発生のリスクが高いと考えられている。最近では、目にみえない程度の $\mu$ Vレベルでの交互変化（ $\mu$ V-TWA）をコンピューター解析によって検出する装置が開発され、不整脈リスク評価の目的で臨床応用されている。



# 第VIII章

# 異常U波

## 異常U波がみられる心電図

### 異常U波とは？

- \*U波の成因に関しては不明な点が多く、正常例においても小さなU波はしばしば観察される。
- \*異常U波と考えられるものには、低カリウム血症などで出現する巨大陽性U波（prominent U wave）と虚血性心疾患などで見られる陰性U波（negative U wave）がある。
- \*QT延長例などにおいては、陽性U波はしばしばT波と重畳して区別が困難な場合があり、T-U複合（T-U complex）と称される。このような場合には、QT間隔の代わりにQU間隔を計測することもある。
- \*陰性U波は冠攣縮を示唆することがあり、胸痛を伴って出現する場合には異型狭心症や冠攣縮性狭心症を疑う。
- \*これらの異常U波が直接不整脈に結び付くことはないが、その基礎病態に伴って心室不整脈が出現するリスクは承知しておく必要がある。

## キーワード

陰性U波、陽性U波

## どこをどうみるか

巨大/陰性U波

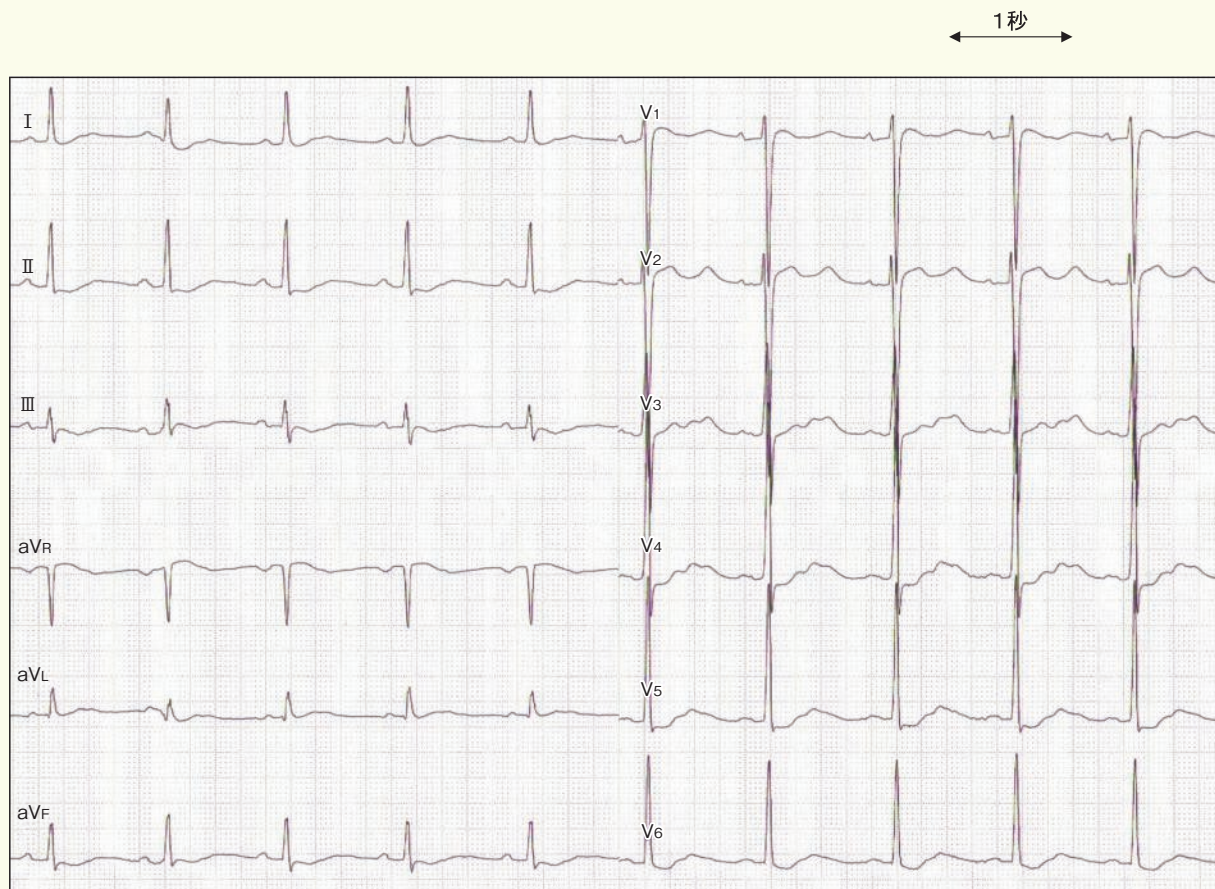
## 波形異常と不整脈の関係

ST-T/U変化 ⇒ 虚血/炎症/肥大/再分極異常/その他  
→ さまざまな重症心室不整脈

異常U波がみられる心電図、  
T波の後半部に着目！



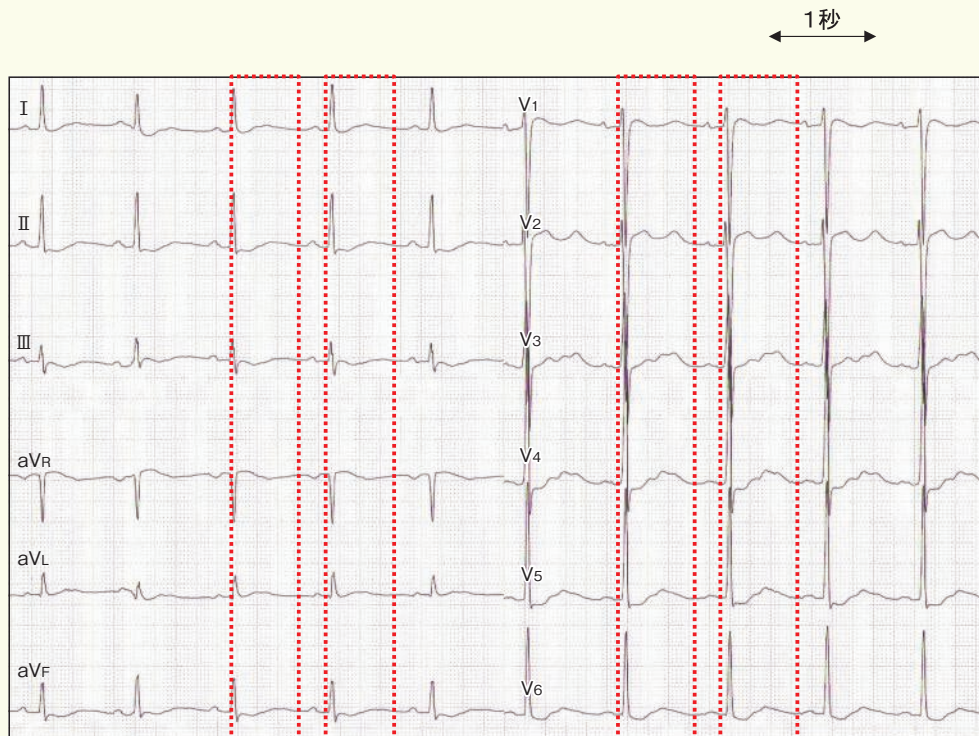
## 異常U波 - 1 Question




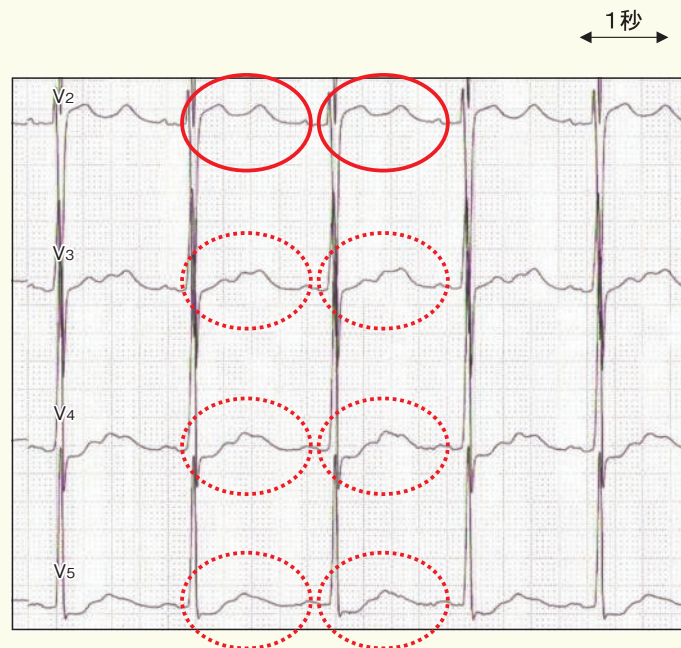
12誘導を6誘導ずつ連続記録。



35歳の男性。急性ウイルス腸炎で、下痢と嘔吐を主訴に来院した際の心電図である。

# 異常U波 - 1 Answer



肢誘導ではT波が平低化し、QT間隔が著明に延長しているように見える (  )。血清K値は2.2 meq/Lであった。



ST-T部分を拡大してみると、T波の下向脚に巨大なU波が重なっていることがわかる。V<sub>2</sub>誘導ではT波とU波が分離して観察されるが (  )、V<sub>3</sub>~V<sub>5</sub>誘導ではどこまでがT波かよくわからず、U波も二つに分裂しているようにも見える (  )。著明な低カリウム血症でみられた興味深い心電図である。

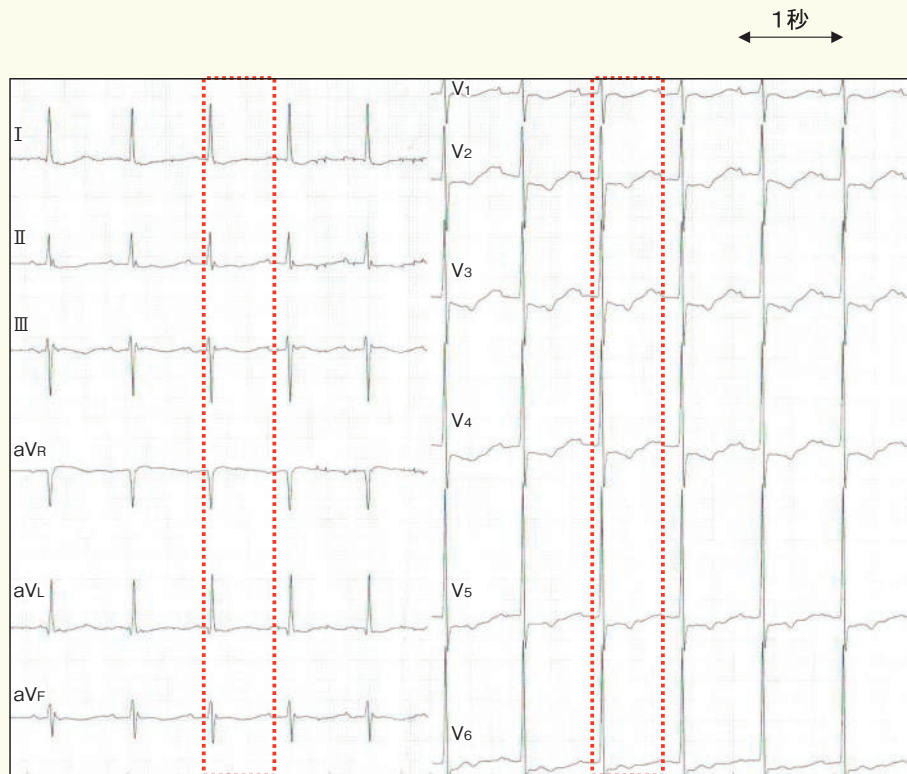
## 異常U波 - 2 Question



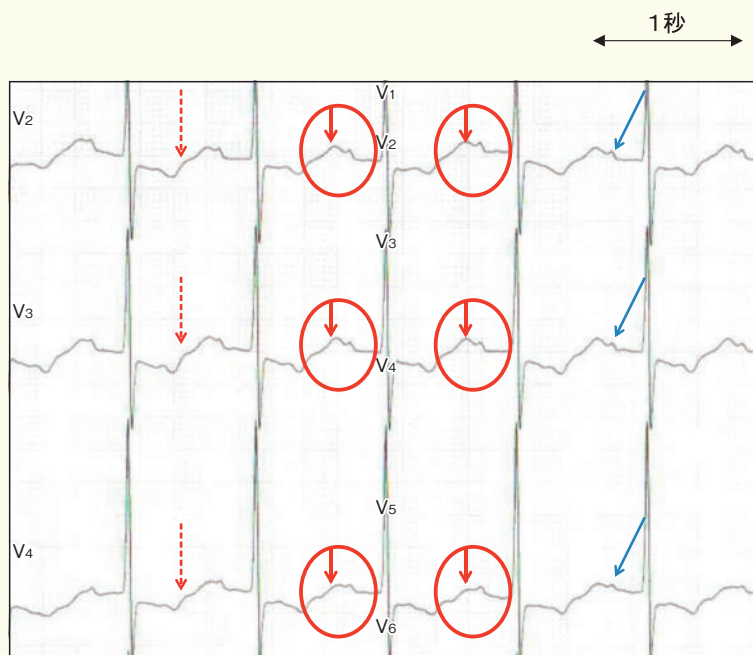
12誘導を6誘導ずつ連続記録。

74歳の女性。高血圧に対し、利尿薬を長期に服用している。

## 異常U波 - 2 Answer

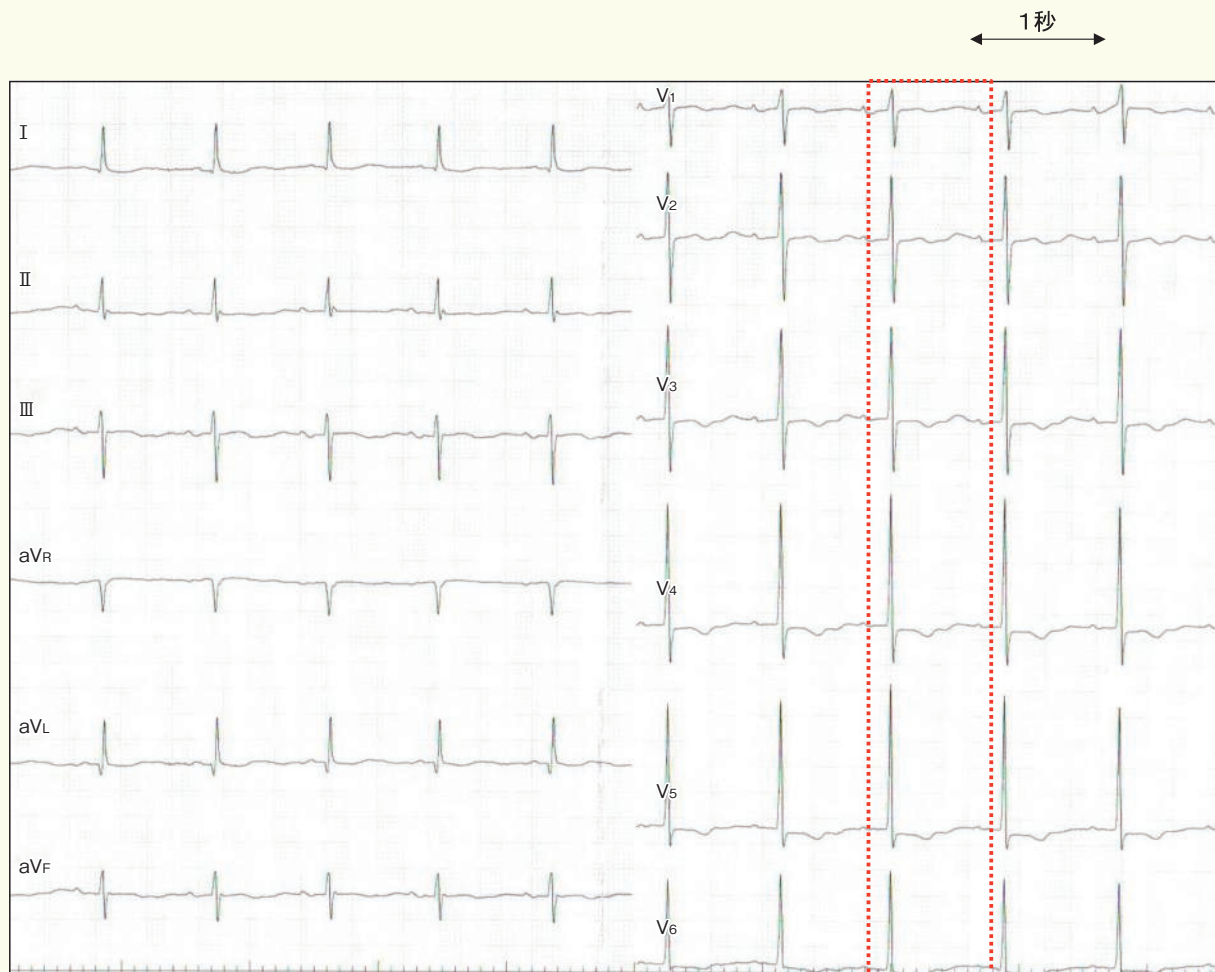


来院時には血清K値 1.9 meq/Lと著明な低カリウム血症を認め、肢誘導の平低T波に加え( )、胸部誘導ではST低下を伴う陰性T波を示している( )。



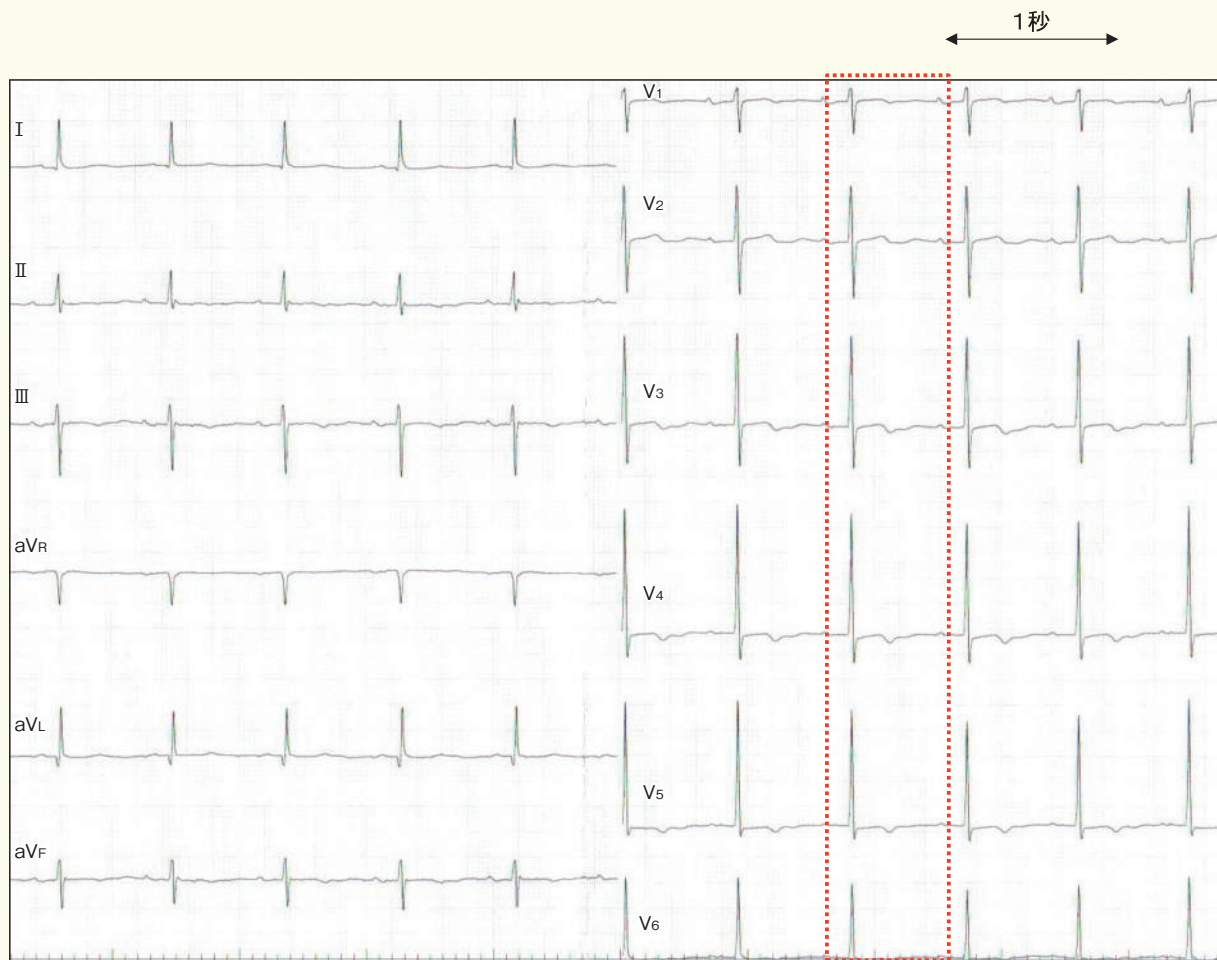
V<sub>2</sub>~V<sub>4</sub>誘導を拡大してみると、赤の下向き矢印がT波終了点(↓)、青の斜め矢印はP波(↓)と考えられる。したがってT波の後にみられる大きな上向き揺れは巨大なU波で、次の心拍のP波と重畳していると判断される(↓)。

## 異常U波 - 2 Answer



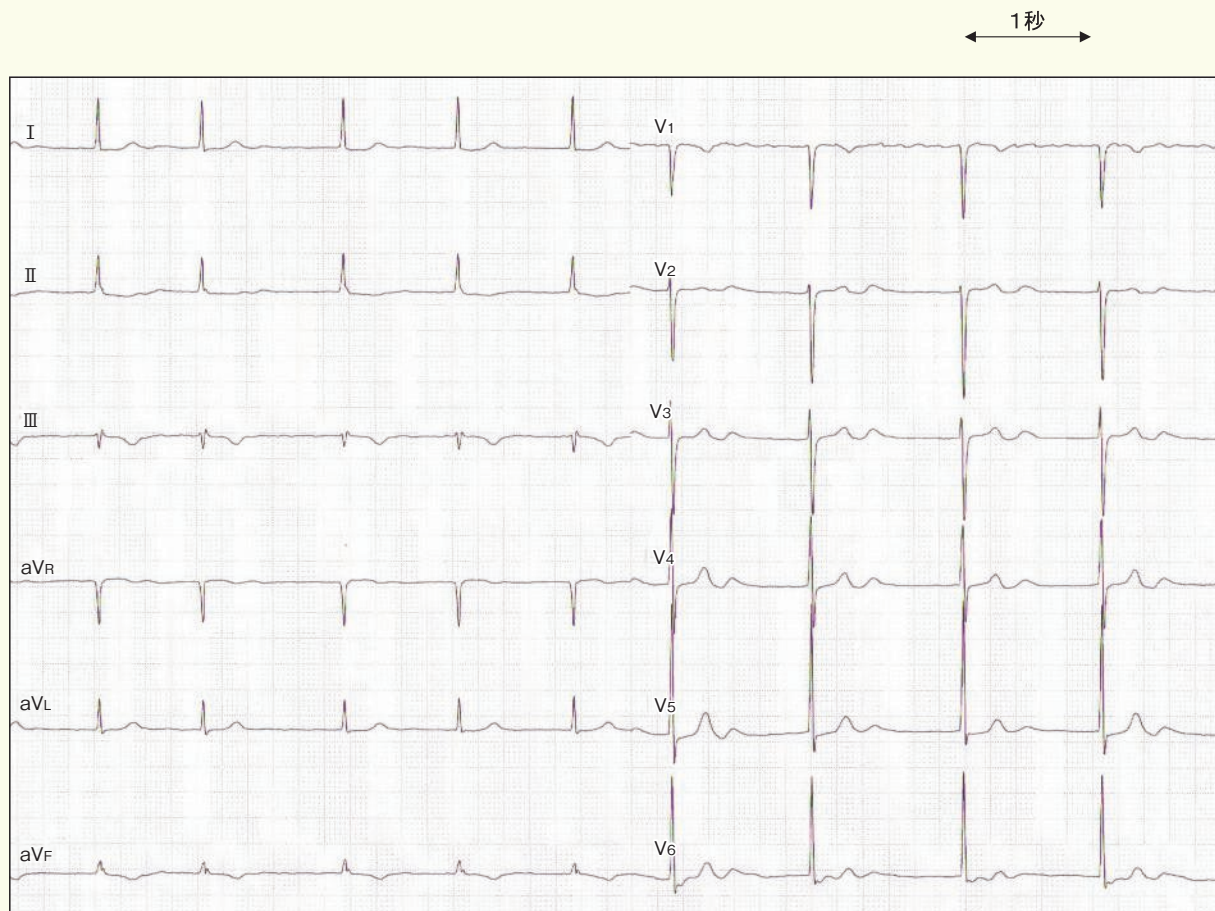
カリウム補正治療中の心電図で、血清K値 2.6 meq/Lの際に記録された。前の記録に比べてST低下はほぼ消失し、陰性T波が軽減するとともに、U波の振幅も小さくなっているのがわかる (    )。

## 異常U波 - 2 Answer



血清K値 3.9 meq/Lに回復した際の心電図で、肢誘導の平低T波と胸部誘導の軽度の陰性T波は残存しているが、前の記録に比して大きく改善し、U波はほとんど消失している(□)。

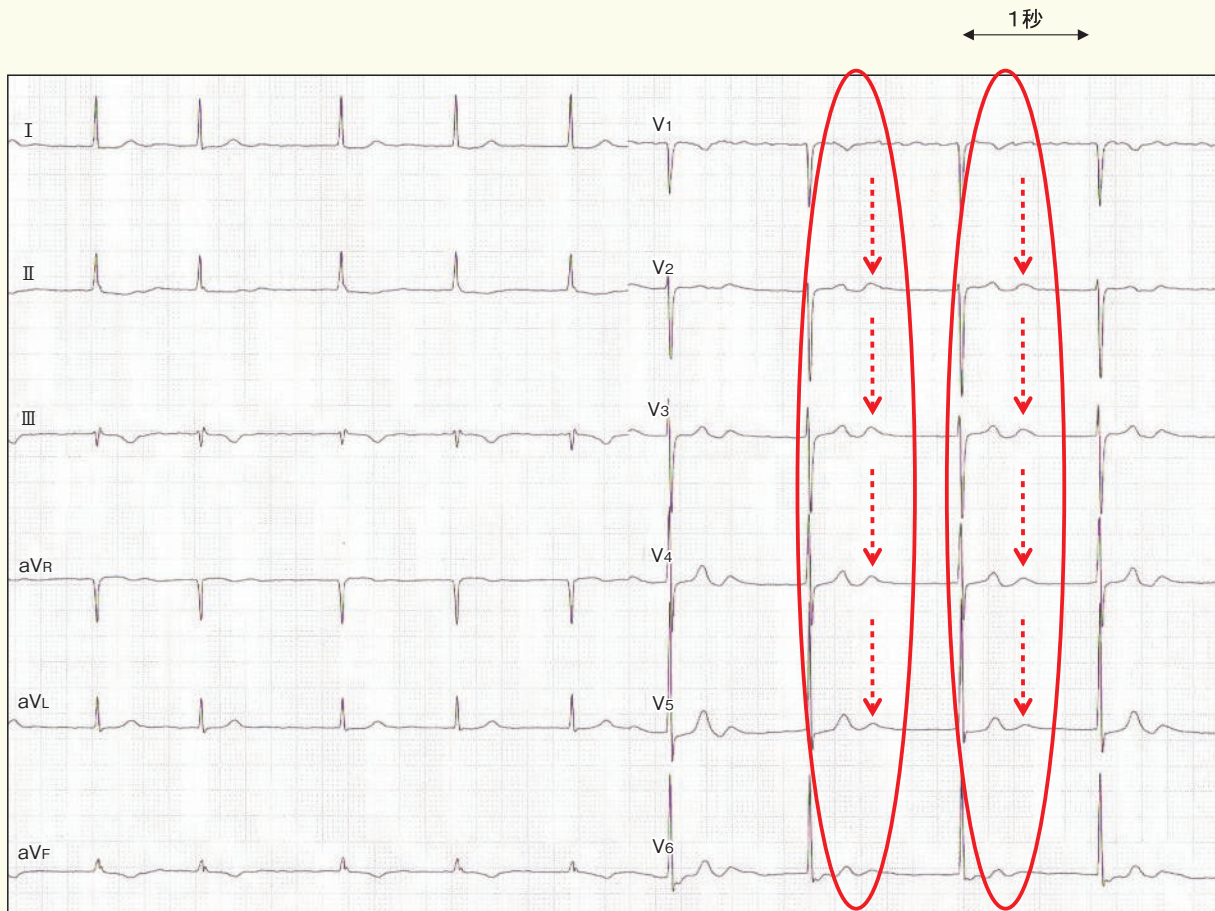
## 異常U波 - 3 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

78歳の男性。慢性心房細動例で、ジギタリス製剤、 $\beta$ 遮断薬などにて加療中に食欲不振を訴えて来院した際の心電図である。

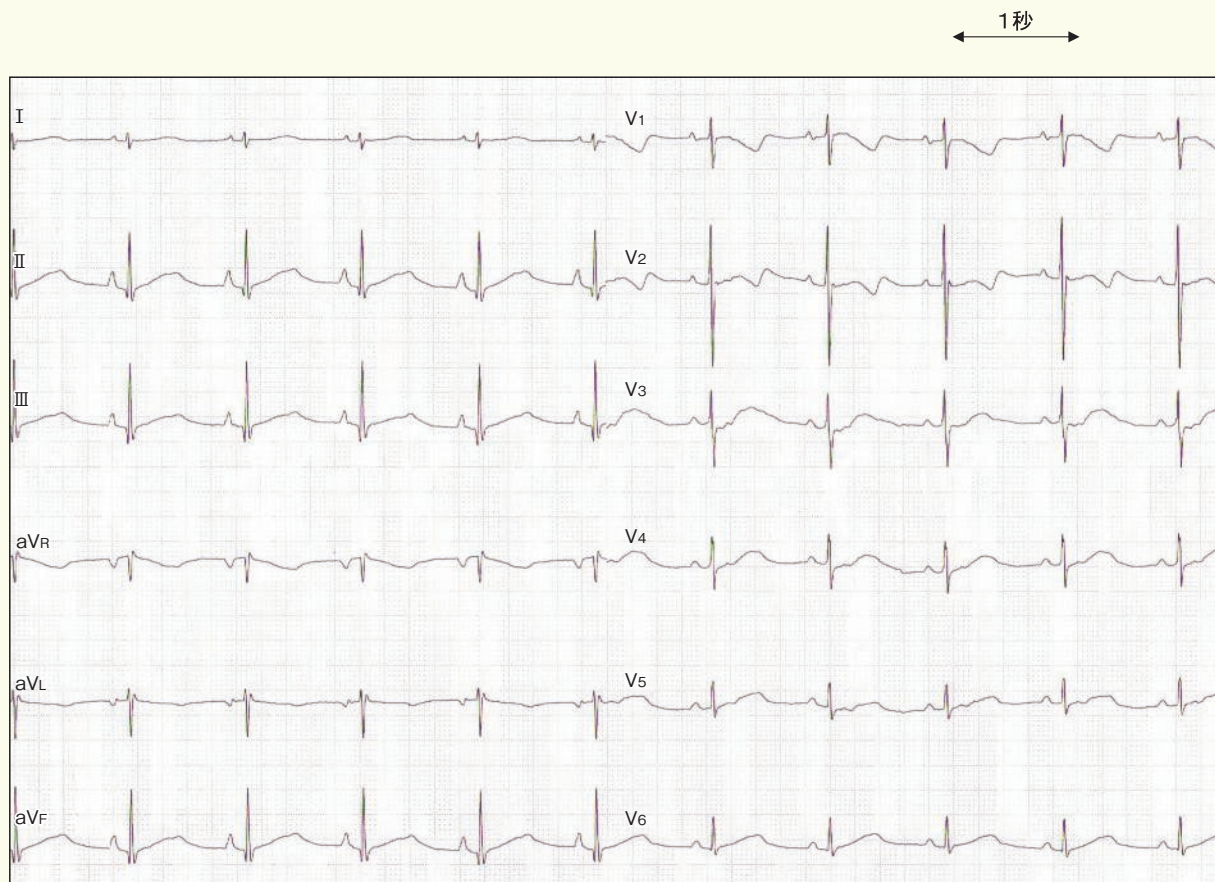
## 異常U波 - 3 Answer



血清K値 3.5 meq/Lと正常下限であったが、**著明なU波**が観察され(↓)、血中ジゴキシン濃度が正常上限を超えて上昇していた。**ジギタリス製剤使用中には低カリウム血症を伴う中毒症状**が突然出現することがあるため、自覚症状の変化がみられたら、心電図を確認する必要がある。

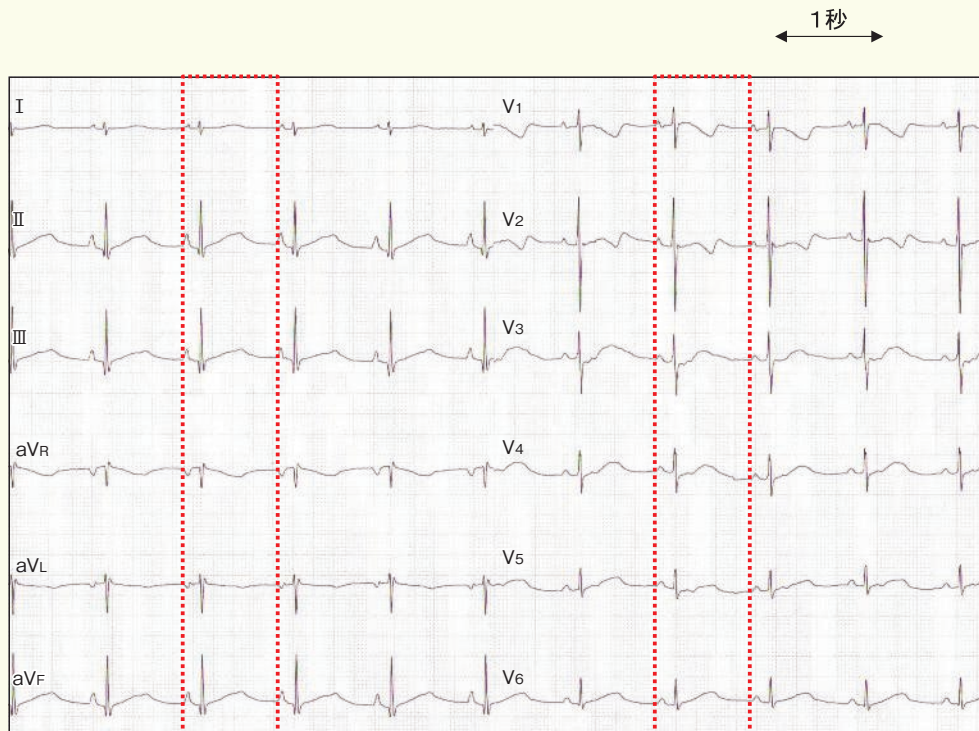


## 異常U波 - 4 Question

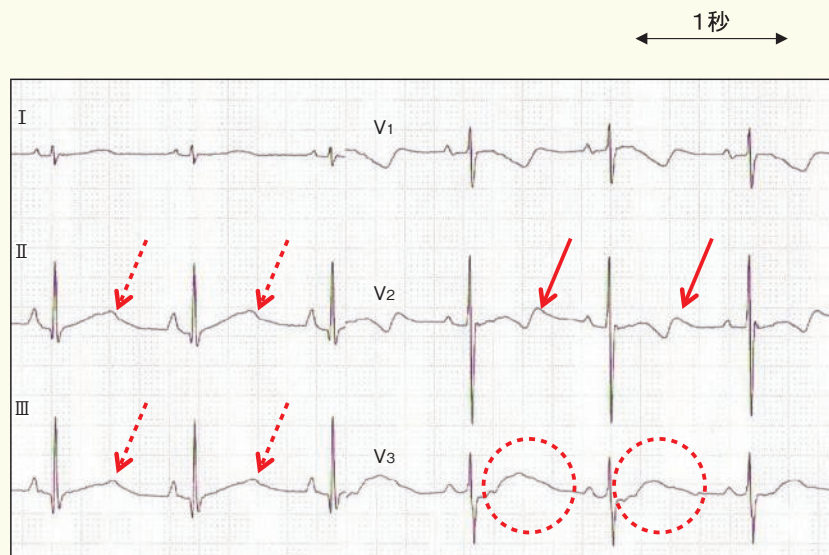


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
30歳の女性。健康診断時の記録。

## 異常U波 - 4 Answer

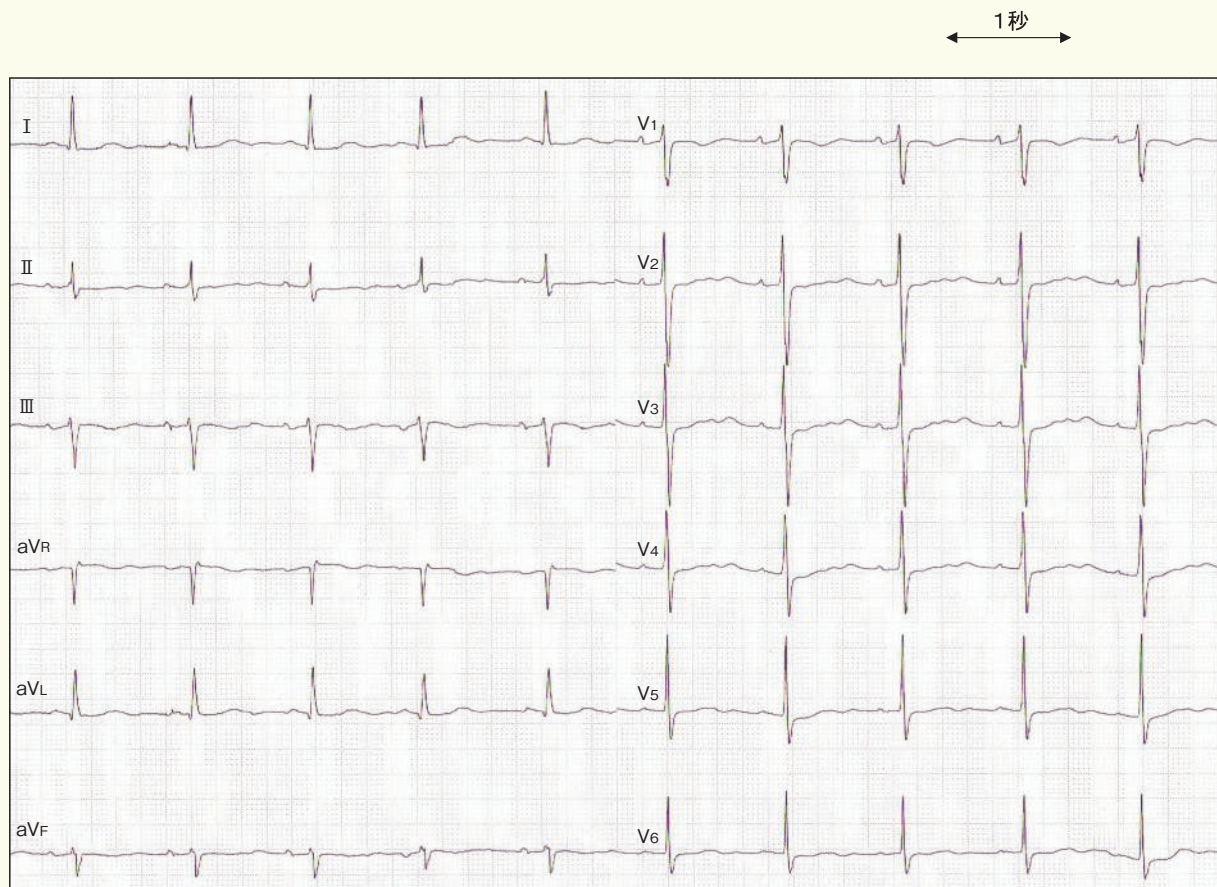


一見すると、QT間隔が著明に延長しているようであるが (    ), V<sub>1</sub>誘導では陰性T波、V<sub>2</sub>誘導では二相性T波のようにもみえ、判断が難しい。



II、III、V<sub>3</sub>誘導などにみられるようにT波のピークから下向脚に小さな振れがあり、**二峰性T波**ないし**U波**と考えられるが ( ↓ ) (    ), 両者を厳密に分けることは実際には不可能である。V<sub>2</sub>誘導においても、**二相性T波**の後半部分に**U波**が重なっているようである ( ↓ )。このような場合には、あえてT波とU波を分けず、**T-U complex**として処理することが多い。したがってQT間隔は**QU間隔**として計測することになる。

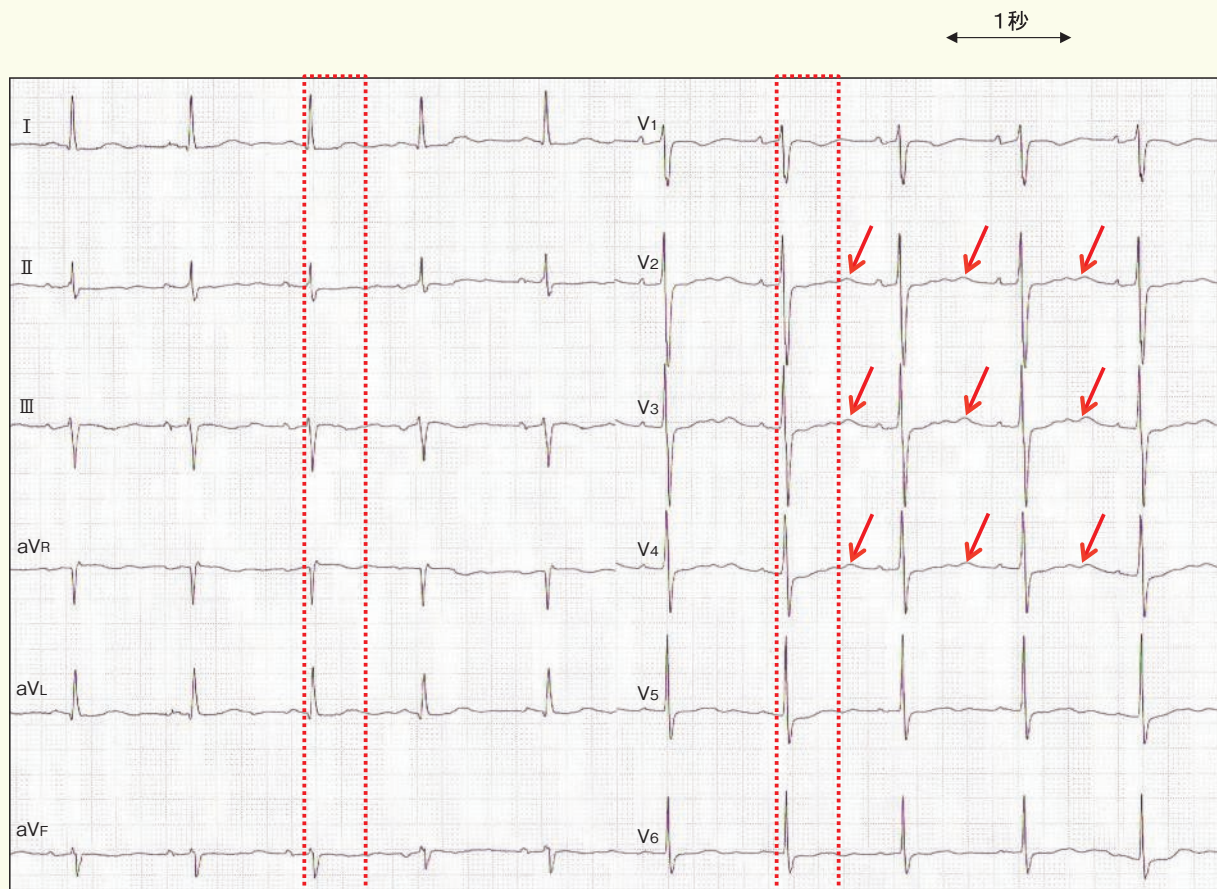
## 異常U波 - 5 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

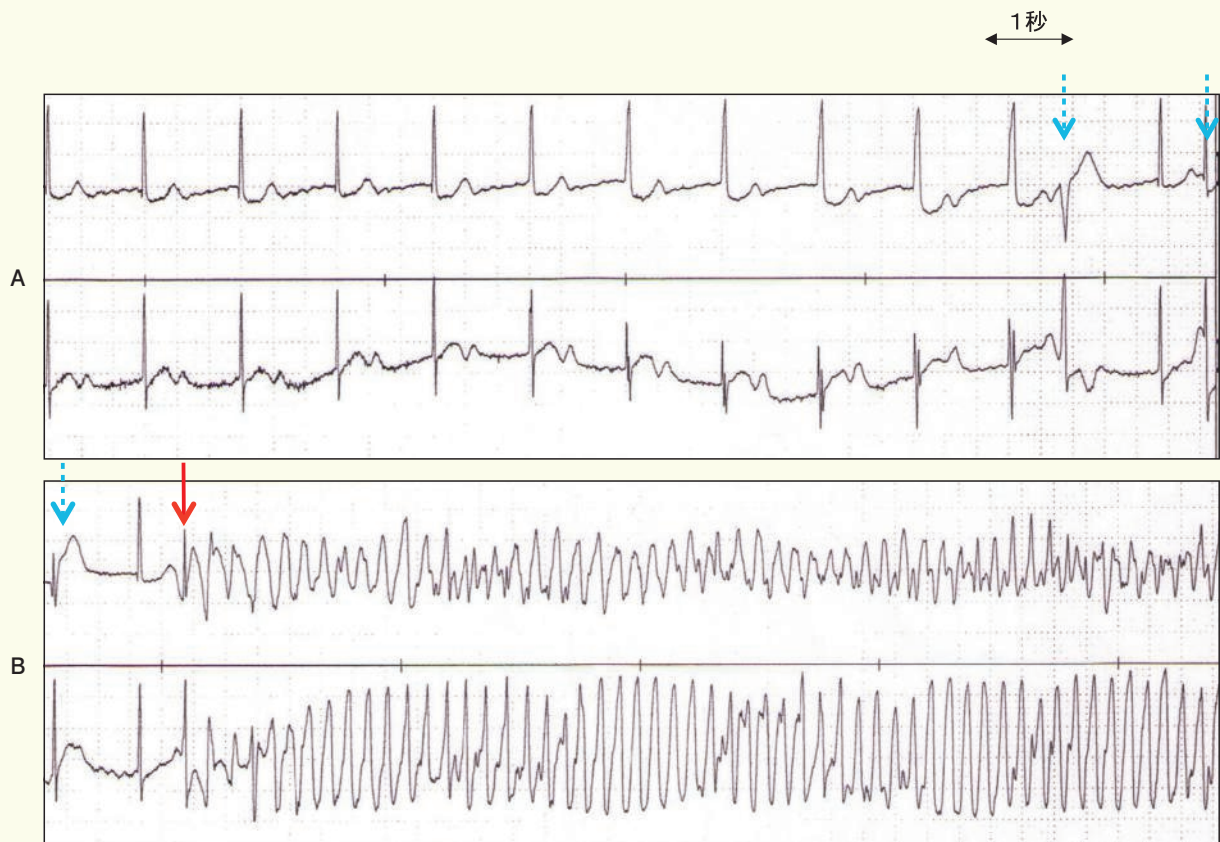
82歳の女性。食欲不振を主訴に来院した際の心電図である。

## 異常U波 - 5 Answer



血清K値 3.0 meq/Lと低値であり、軽度のQT延長 (QT/QTc : 0.48/0.48) に加えて (□)、T波の直後に大きなU波がみられる (↓)。いずれも低カリウム血症による変化と考えられる。

# 異常U波 - 5 Answer



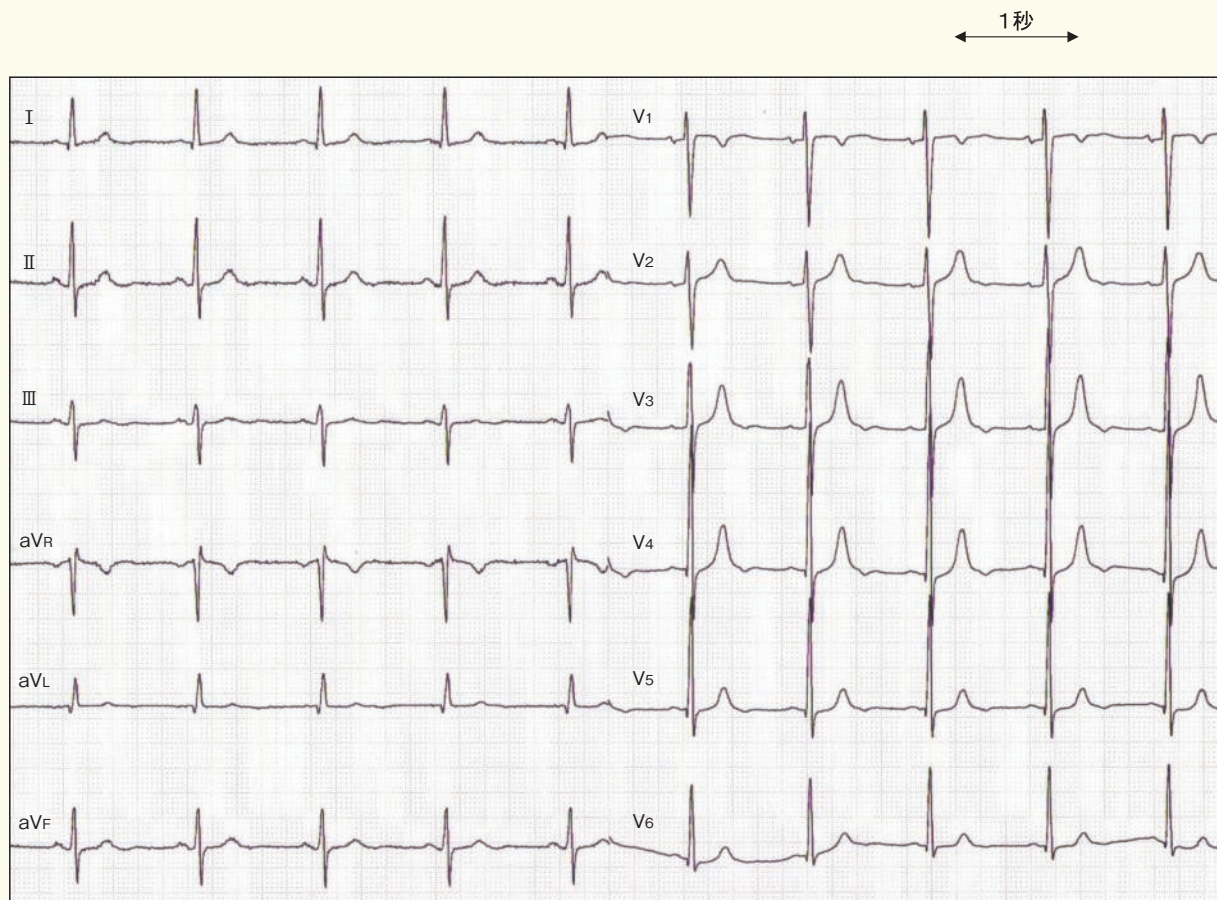
入院後ホルター心電図を記録したところ、早朝にTorsade de pointes (TdP) 発作が記録された。A、Bは連続記録で、心室期外収縮（↓）の単発、2連発に続いて赤矢印部分からTdPが発生している様子がわかる（↓）。

## 異常U波 - 5 Answer



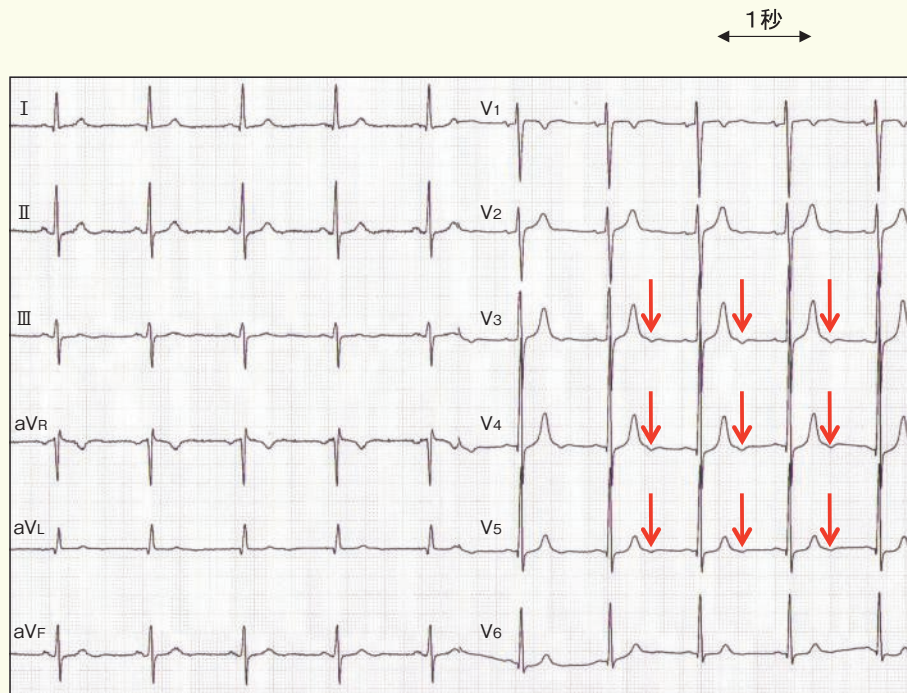
前出Aの最後の部分とBの最初の部分を切り出して編集し、TdP発生までの連続記録を再現してみると、①U波が徐々に増大し(○)、②心室期外収縮の連結期が徐々に短縮し、③R on Uの所見を示すこと(⋯)、④期外収縮後の心拍では脚ブロック(□)が解消しnarrow QRSを示すこと(□)など、TdPの発生に関連する可能性のあるいくつかの興味深い所見が観察される。

## 異常U波 - 6 Question

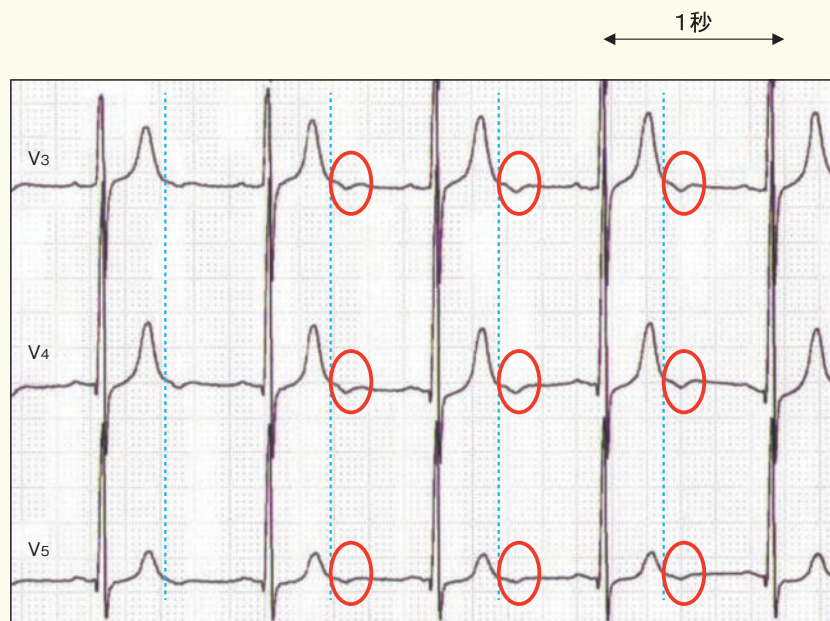


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
82歳の男性で、安静時の胸痛発作を主訴に来院した。

## 異常U波 - 6 Answer



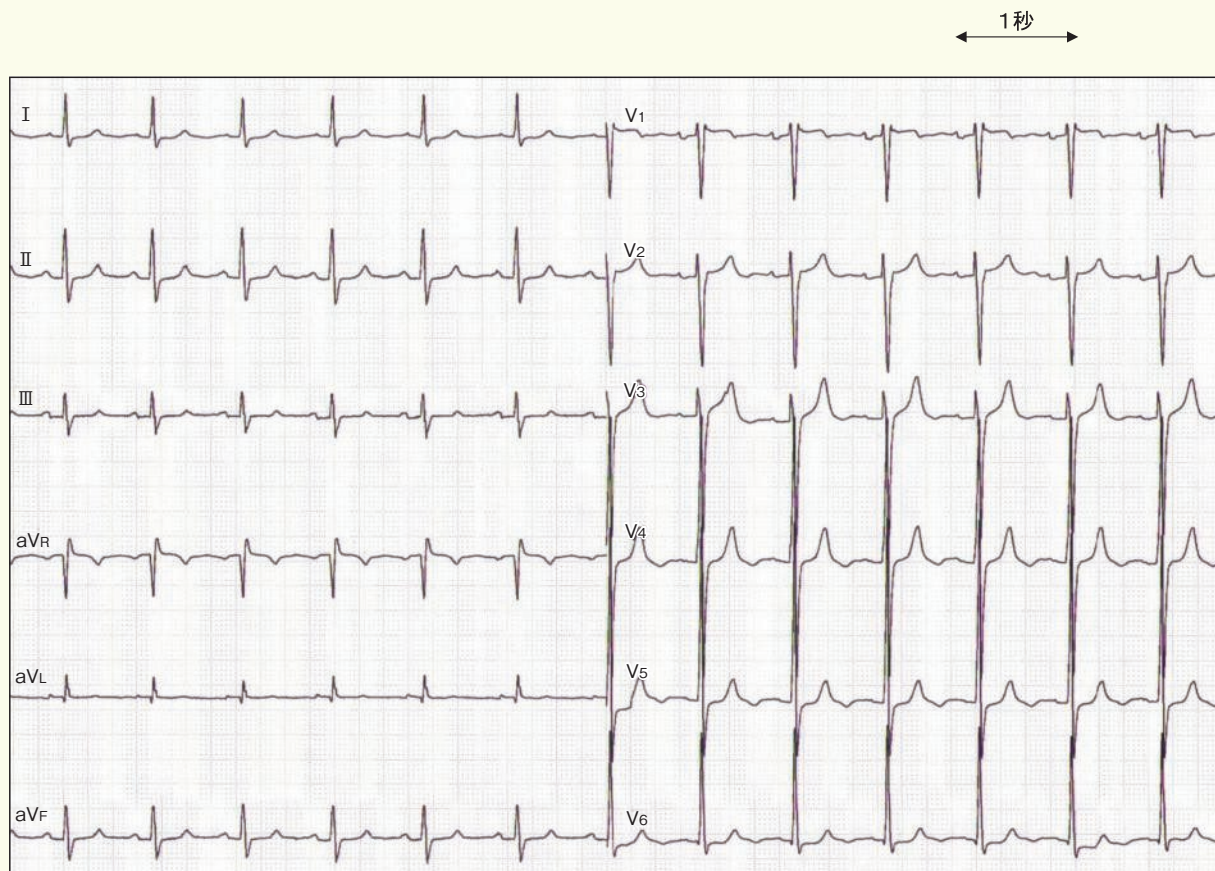
胸痛を訴えた際の心電図で、V<sub>3</sub>~V<sub>5</sub>誘導においてT波の後に小さな陰性の振れがみられる(↓)。



T波の形態からみてT波終了点は青線付近(⋮)にあると考えられ、その後に出現している陰性の振れは陰性U波(negative U wave)と判断される(○)。このような陰性U波は、しばしば冠攣縮の際に出現することが知られており、異型狭心症のように典型的なST上昇を伴わない冠攣縮性狭心症の診断に寄与することがある。



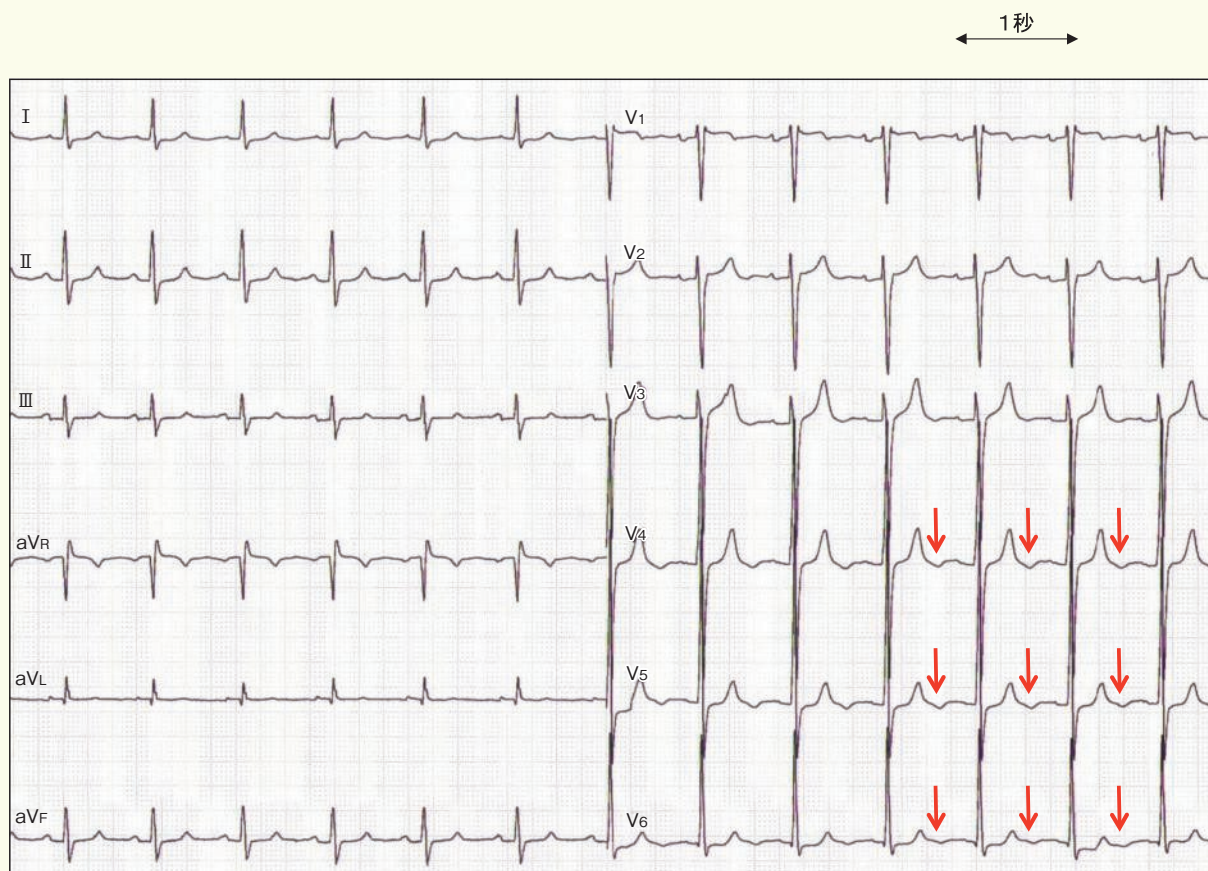
## 異常U波 - 7 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。

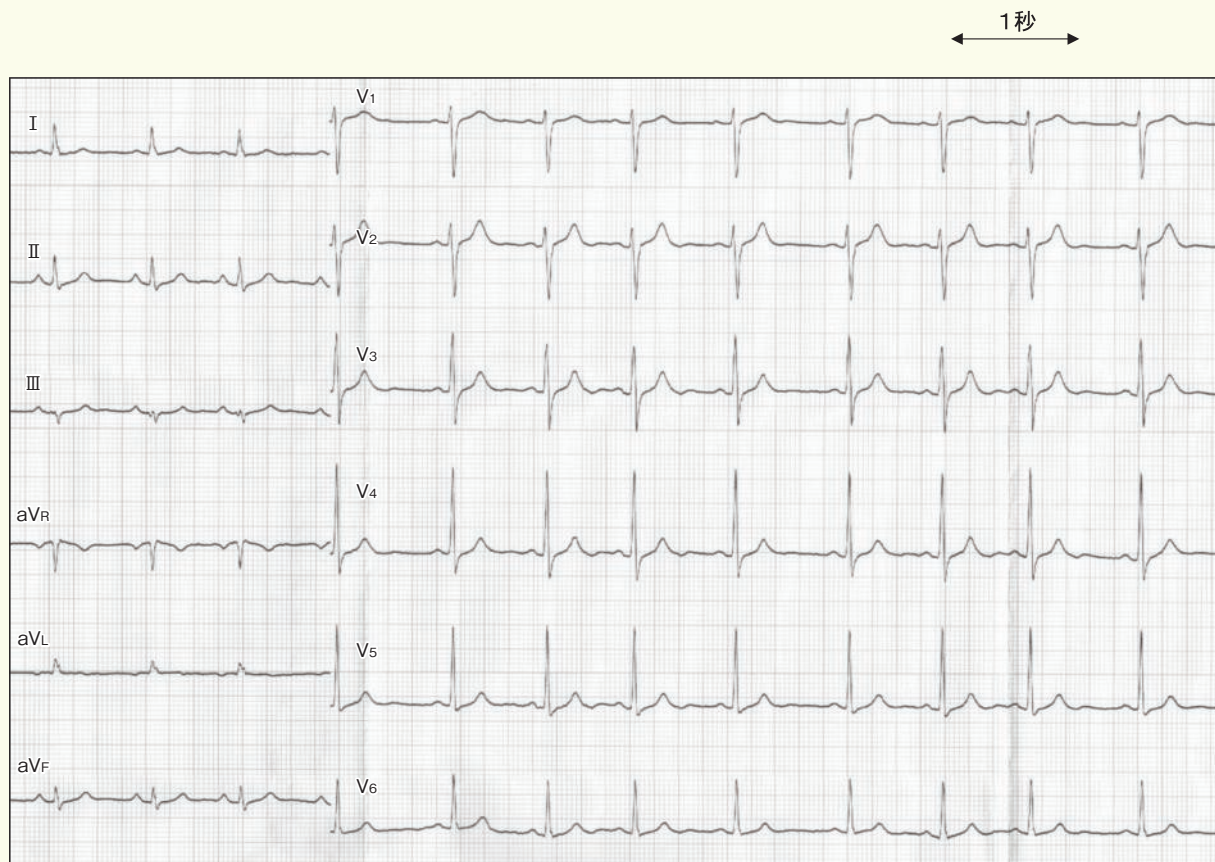
62歳の女性。拡張型心筋症による心不全にて経過観察中の心電図である。

## 異常U波 - 7 Answer



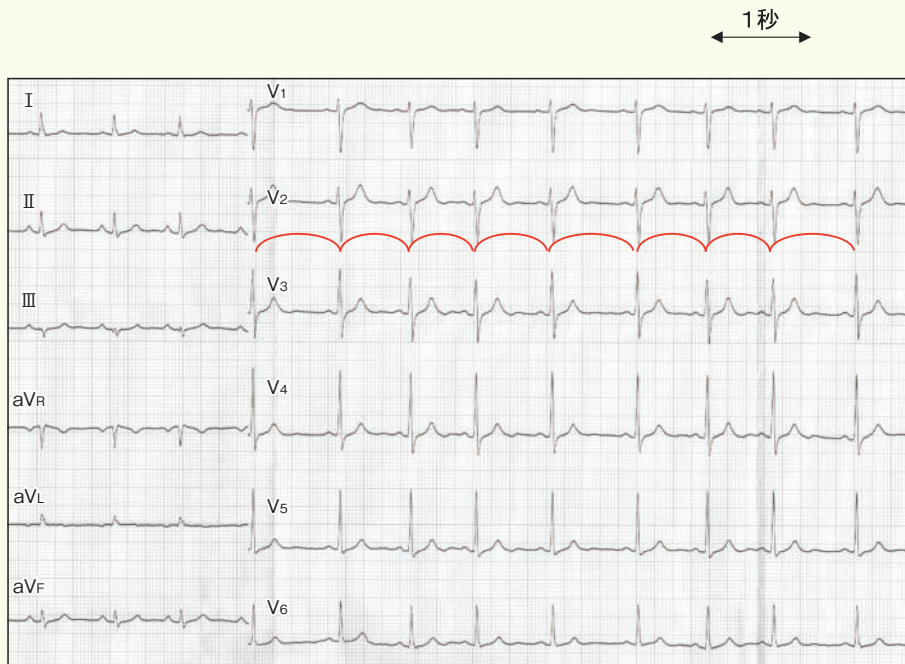
狭心症状はなく冠動脈狭窄や冠攣縮などもみられないが、心電図ではV<sub>4</sub>～V<sub>6</sub>誘導で明らかな**陰性U波 (negative U wave)**が観察される(↓)。心不全の重症度を反映する変化の可能性があり、不整脈発生にも結び付くと考えて経過をみる必要がある。


## 異常U波 - 8 Question

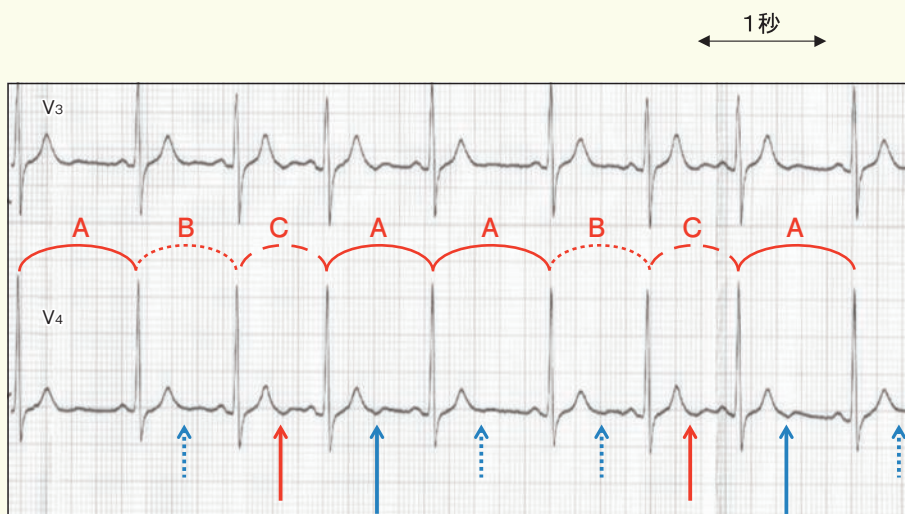





12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
23歳の女性。健康診断の際の記録。

# 異常U波 - 8 Answer



長めに記録した胸部誘導をみると、RR間隔が変動しており (  )、呼吸性洞不整脈のようである。



V<sub>3</sub>、V<sub>4</sub>誘導の一部を縦方向を拡大して観察すると、**陰性U波の振幅が変動**していることに気付く。RR間隔が長い(A)、中等度(B)、短い(C)に分けてみると、その後の心拍の**U波の陰性度**がそれぞれ軽度(  )、中等度(  )、高度(  )と変化していることがわかる。不整脈との関連は明らかではないが、陰性U波の成因を考えるうえで、興味深い現象である。

# 第Ⅸ章

QRS幅増大 (wide QRS) + 電気軸変化

## QRS幅増大(wide QRS)+電気軸変化がみられる心電図

### QRS幅増大(wide QRS)+電気軸変化とは？

- \* 完全右脚ブロックで高度の左軸偏位を伴う場合、あるいは高度の右軸偏位を伴う場合は、右脚に加えて左脚前枝あるいは左脚後枝にも伝導障害が存在する可能性があると考えられ、二束ブロックと総称することがある。
- \* 高度の左軸偏位を左脚前枝ヘミブロック、高度の右軸偏位を左脚後枝ヘミブロックという場合もある。
- \* 上記の二束ブロックにさらにPR延長が加わった場合、あるいは完全左脚ブロックでPR延長を伴う場合には、右脚、左脚前枝、左脚後枝の3本ともに伝導障害が想定されることから、三束あるいは三枝ブロックと呼び、高度房室ブロックへの進展のリスクが高いと考えられている。
- \* 特にこれらの心電図所見が新たに出現したり、短時間に変動したりする場合には、心筋虚血や梗塞などの基礎病態が急激に進展している可能性があり、厳密な監視・管理が必要である。

## キーワード

QRS幅増大 (wide QRS)、電気軸変化

## どこをどうみるか

急激なQRS幅増大 (wide QRS)、電気軸変化

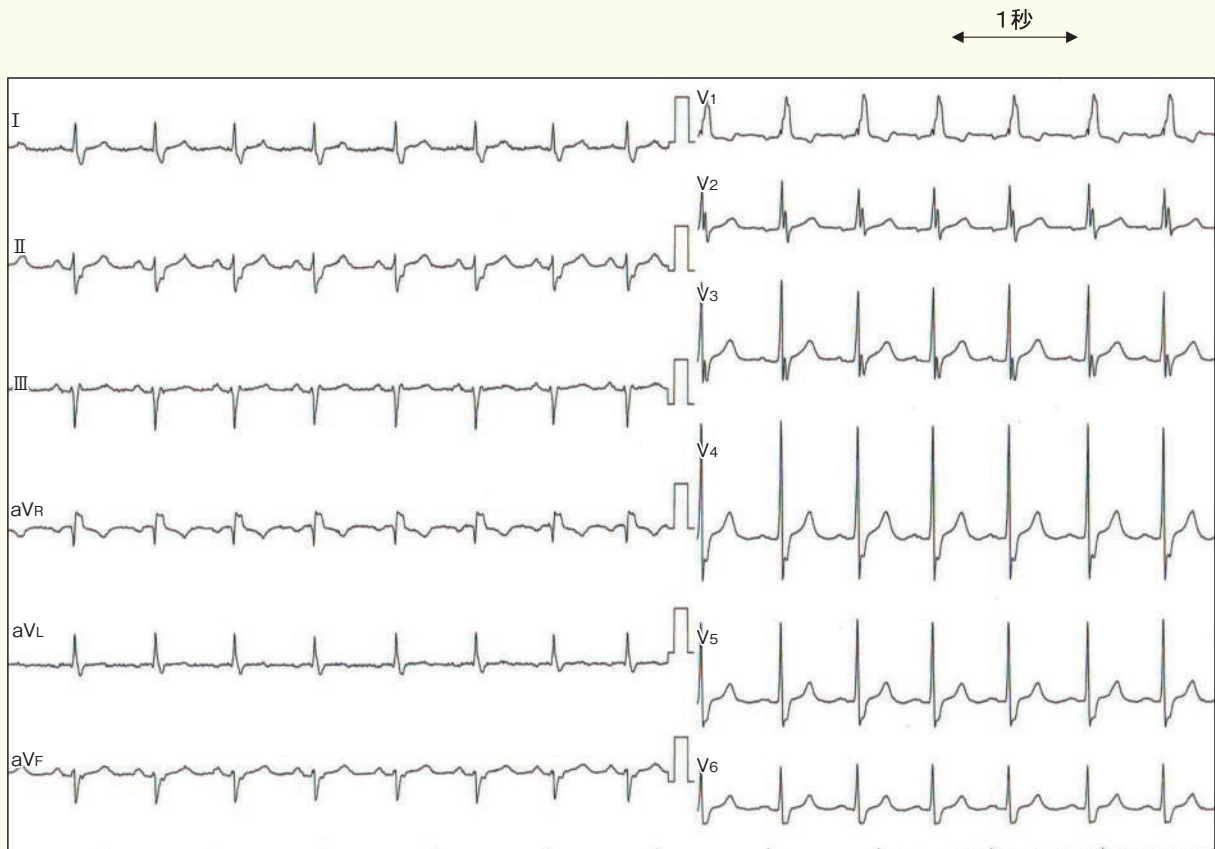
## 波形異常と不整脈の関係

QRS幅増大 (wide QRS) + 電気軸変化 ⇒ 二束 / 三束ブロック → 高度房室ブロック

**QRS 幅増大 (wide QRS) +  
電気軸変化がみられる心電図、  
短時間での変動に着目！**

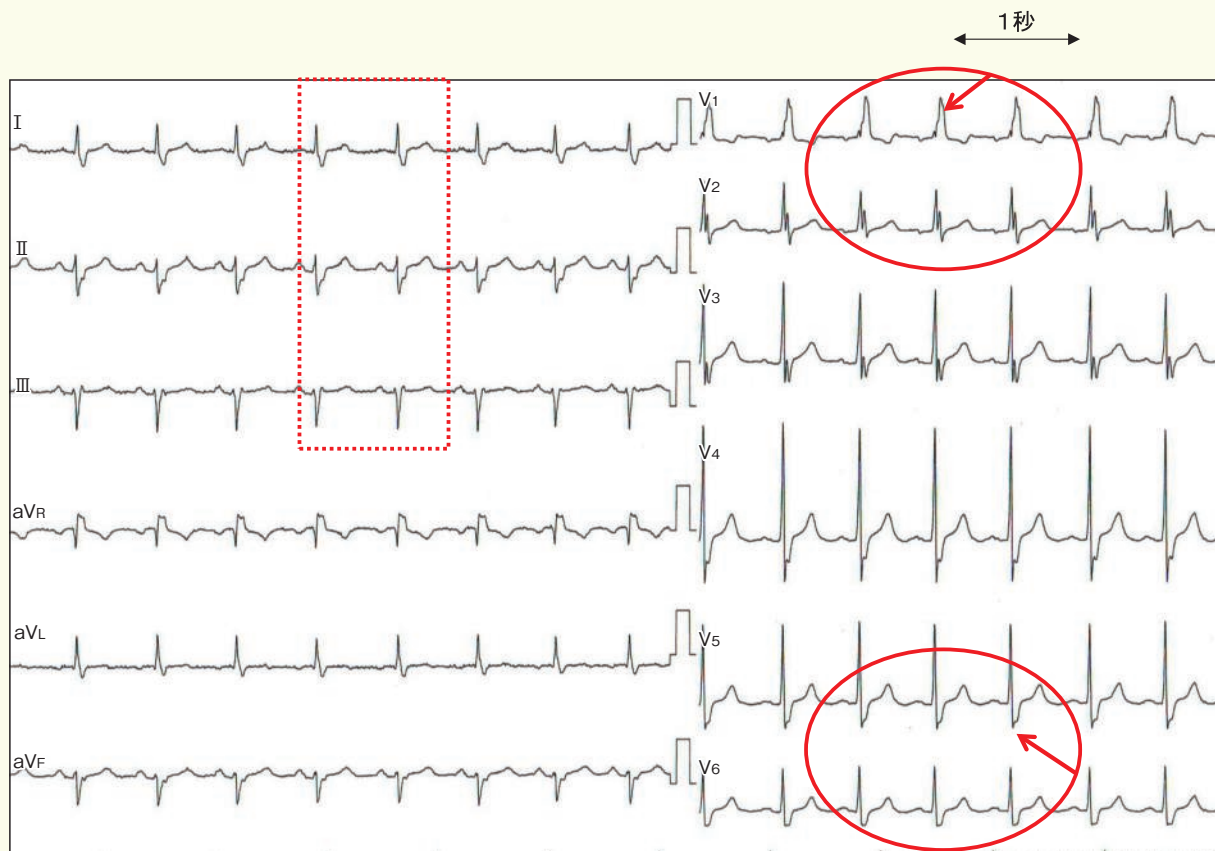


# BBB - 1 Question



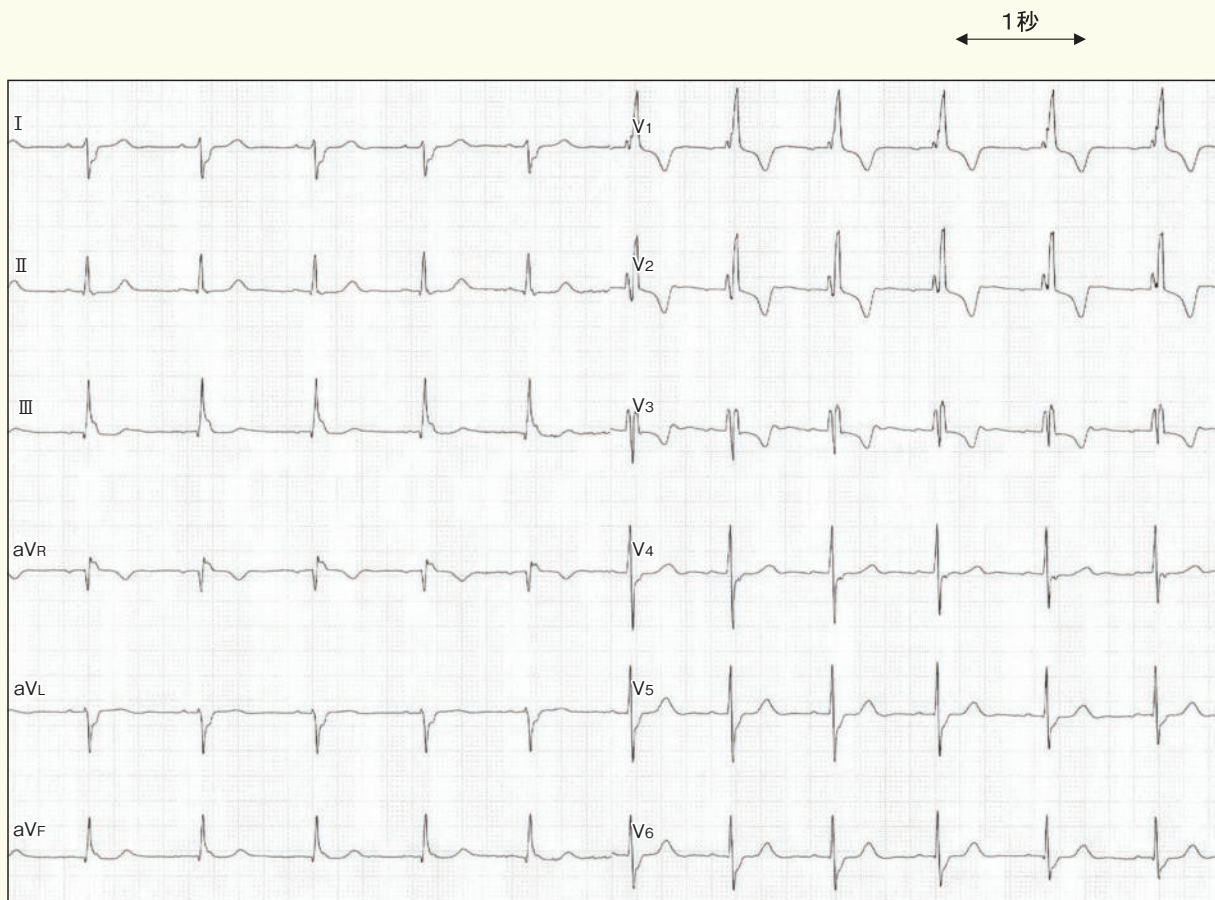
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
30歳の男性。健康診断時の記録。

# BBB - 1 Answer



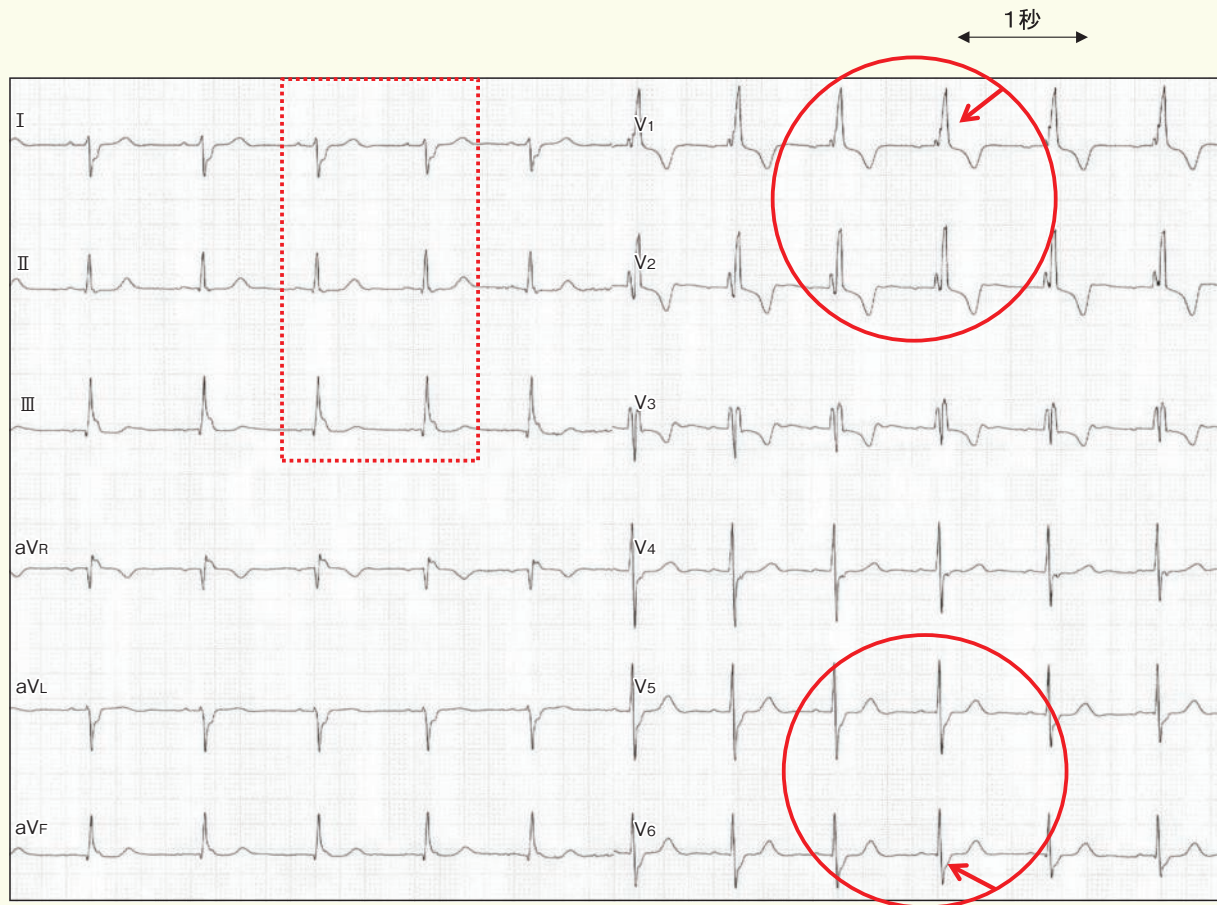
QRS幅が広く、V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導でrsR'型かつV<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導で幅広いS波を認めることから(○)、完全右脚ブロックの診断は容易である。さらに、肢誘導のR波高から左軸偏位を呈していることがわかる(⋯)。すなわち、完全右脚ブロックで左軸偏位を呈する(CRBBB+LAD)二束ブロックと診断される。

# BBB - 2 Question



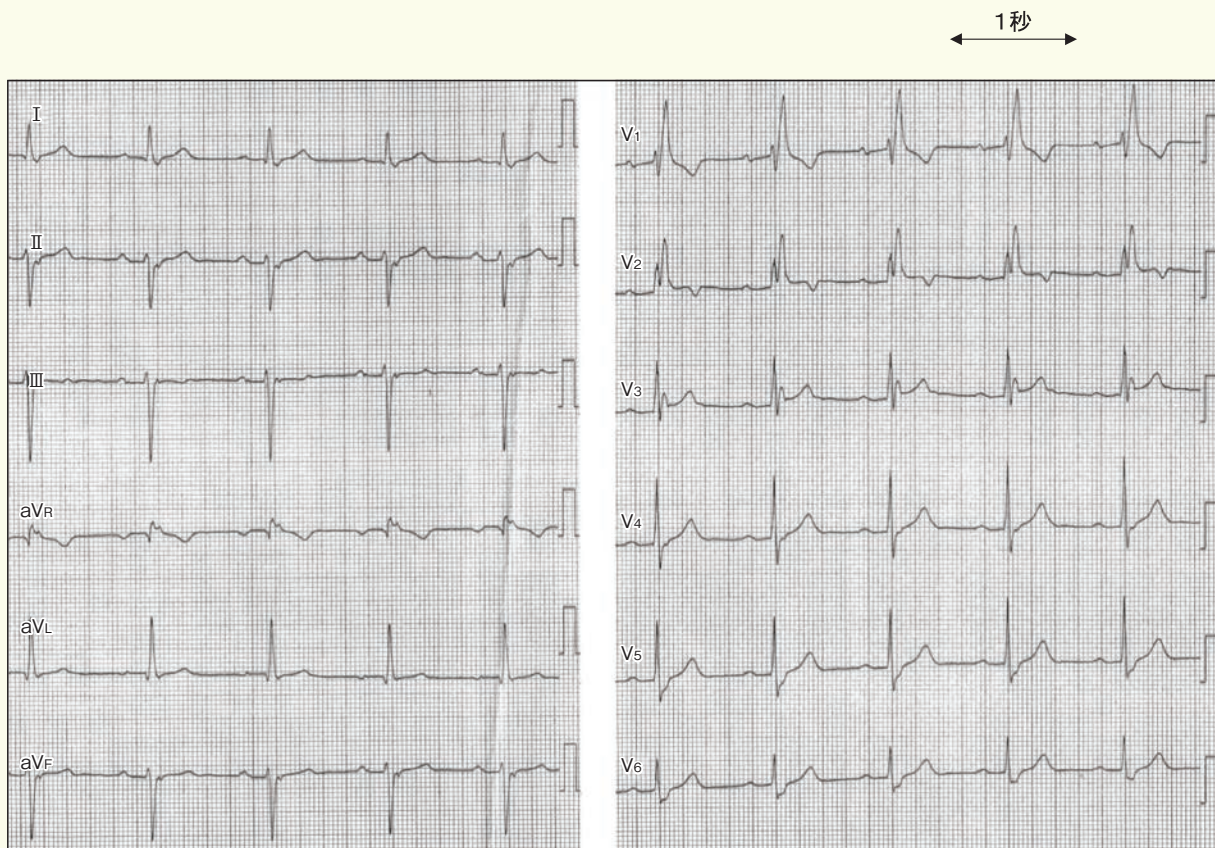
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
23歳の女性。健康診断時の記録。

# BBB - 2 Answer



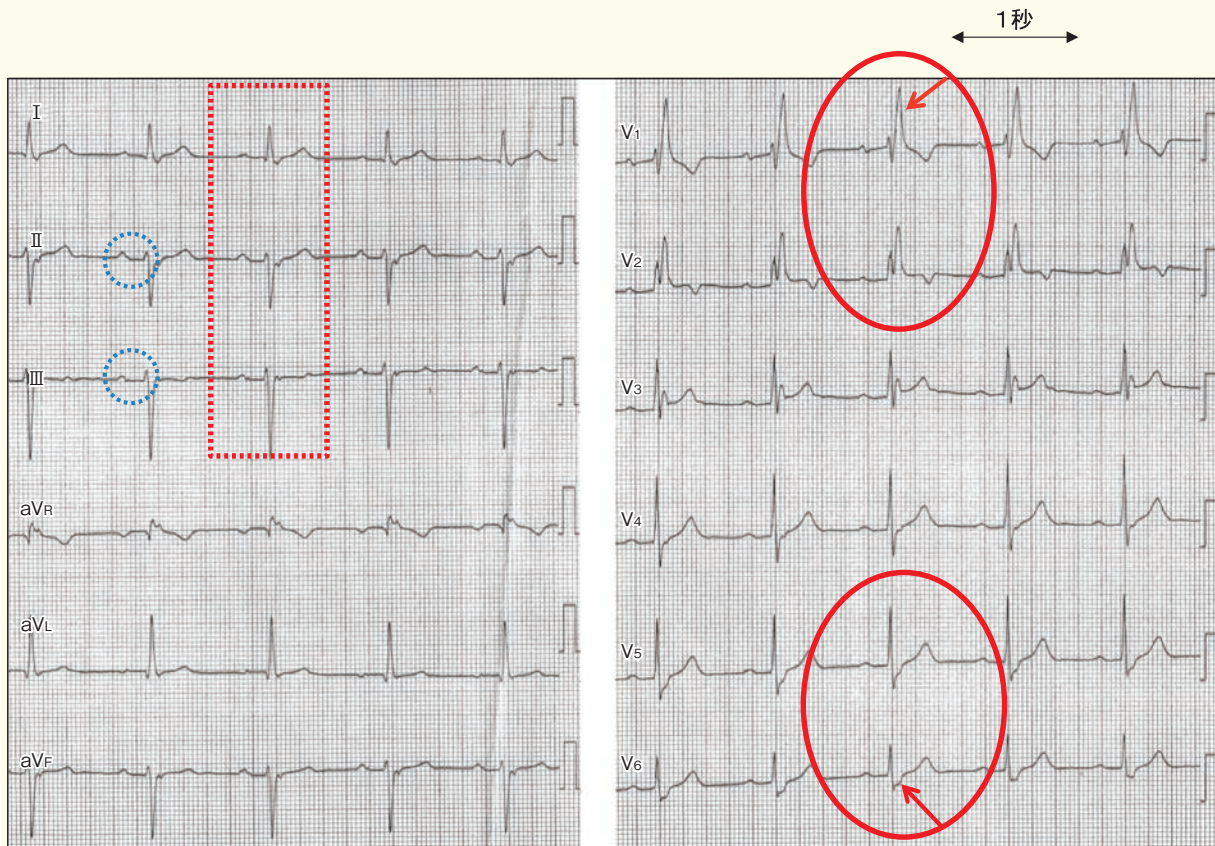
BBB-1と同様にQRS幅が広く、V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導でrsR'型かつV<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導で幅広いS波を認める(○)ことから**完全右脚ブロック**は明らかである。肢誘導をみると高度の**右軸偏位**を呈しており(⋮)、完全右脚ブロック+右軸偏位(**CRBBB+RAD**)の**二束ブロック**と診断される。

# BBB - 3 Question



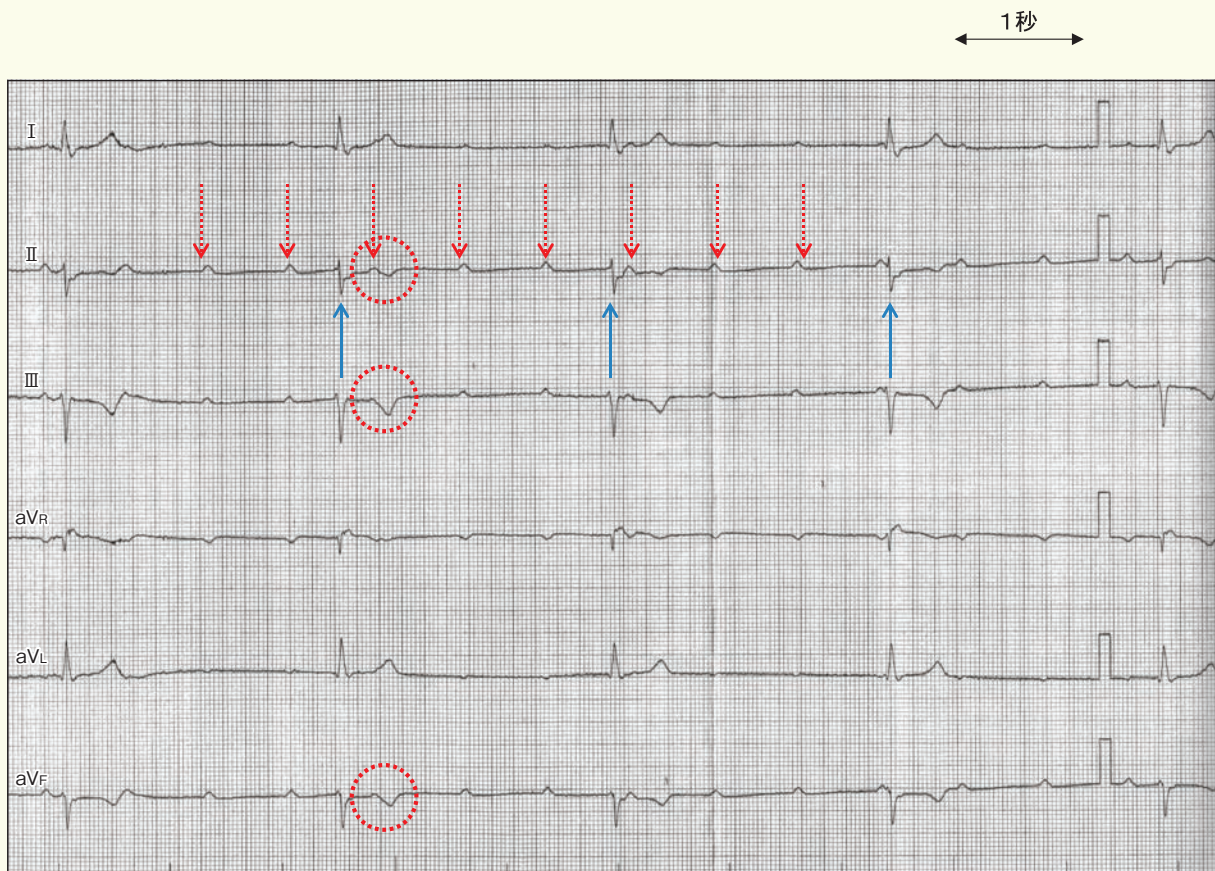
12誘導を6誘導ずつ記録。  
胸痛を主訴に来院した76歳の男性。

## BBB - 3 Answer



QRS幅が広く、V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導でrsR'型かつV<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導で幅広いS波を認める(○)ことから**完全右脚ブロック**があり、強い**左軸偏位**もみられる(□)ことから、**CRBBB+LADタイプ**の**二束ブロック**と診断される。前二者と同様にしばらく経過をみてよさそうであるが、ここで少し気をつけなければならないのが**PR間隔**で、PR 0.24秒程度と**軽度ながら延長**している(○)ことに注目すべきである。胸痛も持続していることから、心筋逸脱酵素を測定するまでの間、心電図を装着したまま観察することとした。

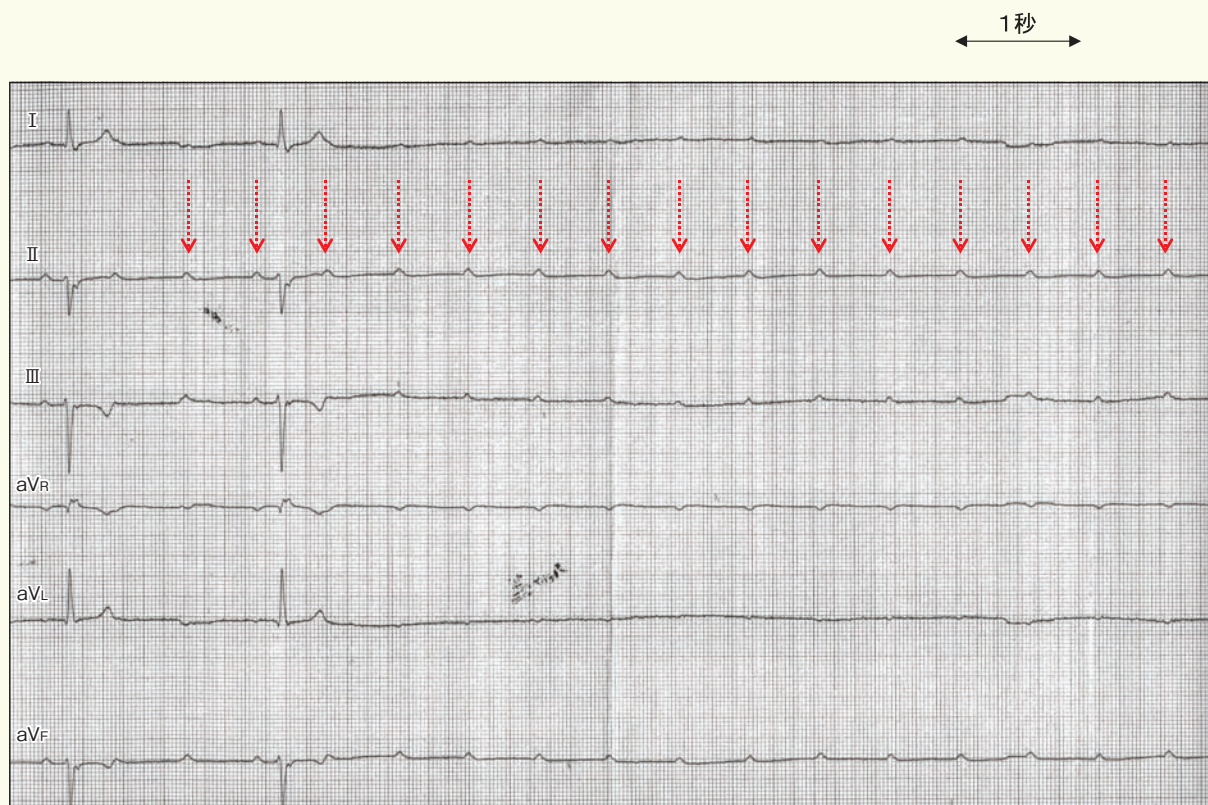
## BBB - 3 Answer



I、II、III、aVR、aVL、aVF誘導を連続記録。

10分後、突然徐脈になったため心電図を記録したところ、**完全房室ブロック** (↓) で心拍数25/分の**房室接合部補充調律**を呈した (↑)。II、III、aVF誘導でT波が陰転 (○) しており、**下壁梗塞発症**が疑われる。

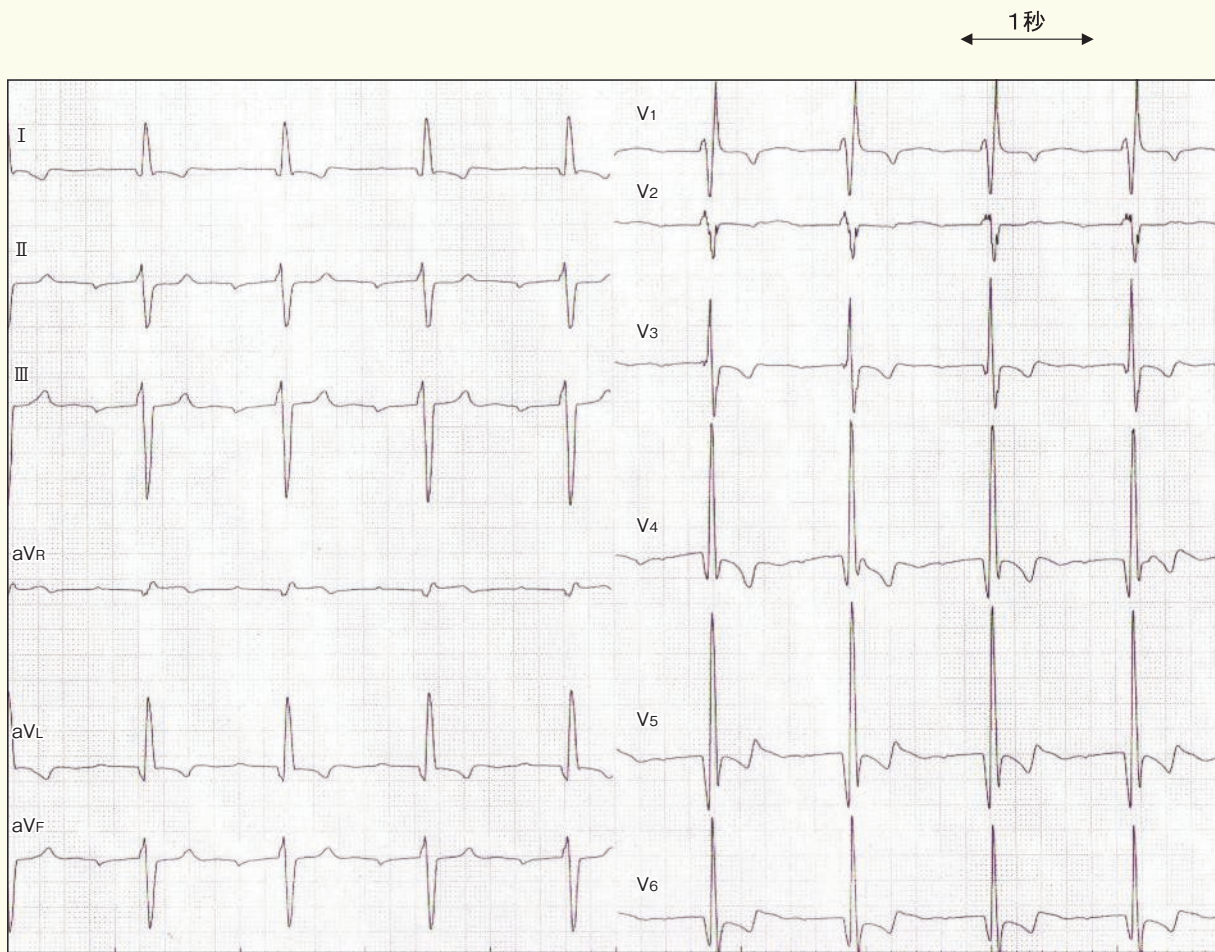
# BBB - 3 Answer



さらに5分後には、**高度房室ブロック** (↓) から10秒以上に及ぶ**心停止**をきたしたため、直ちに体外式ペースメーカーを用いて**右室ペーシング**を行いながら、緊急インターベンションを行った。急性心筋梗塞においては、本例のように**急速にブロックが進展**することがあるので十分な注意が必要である。

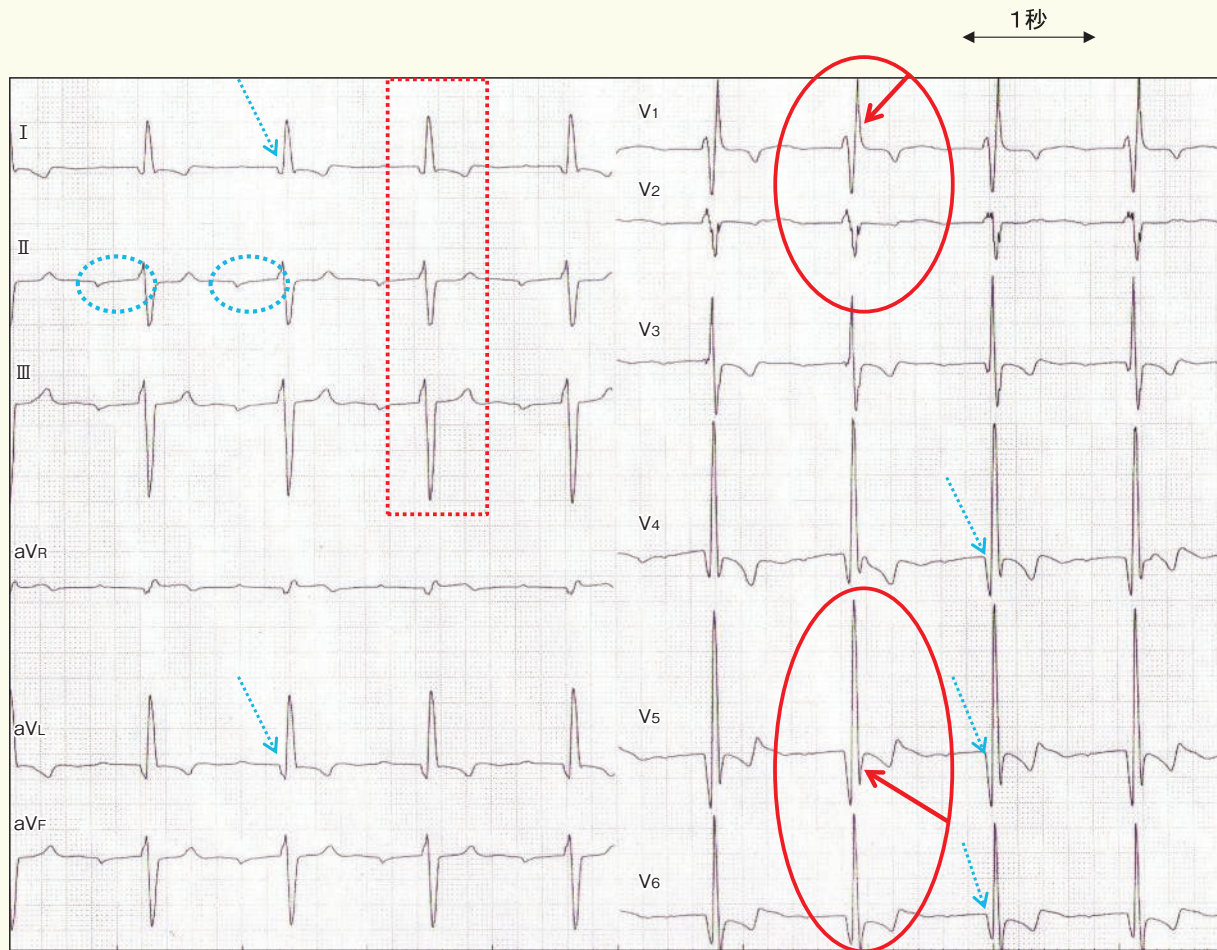


# BBB - 4 Question



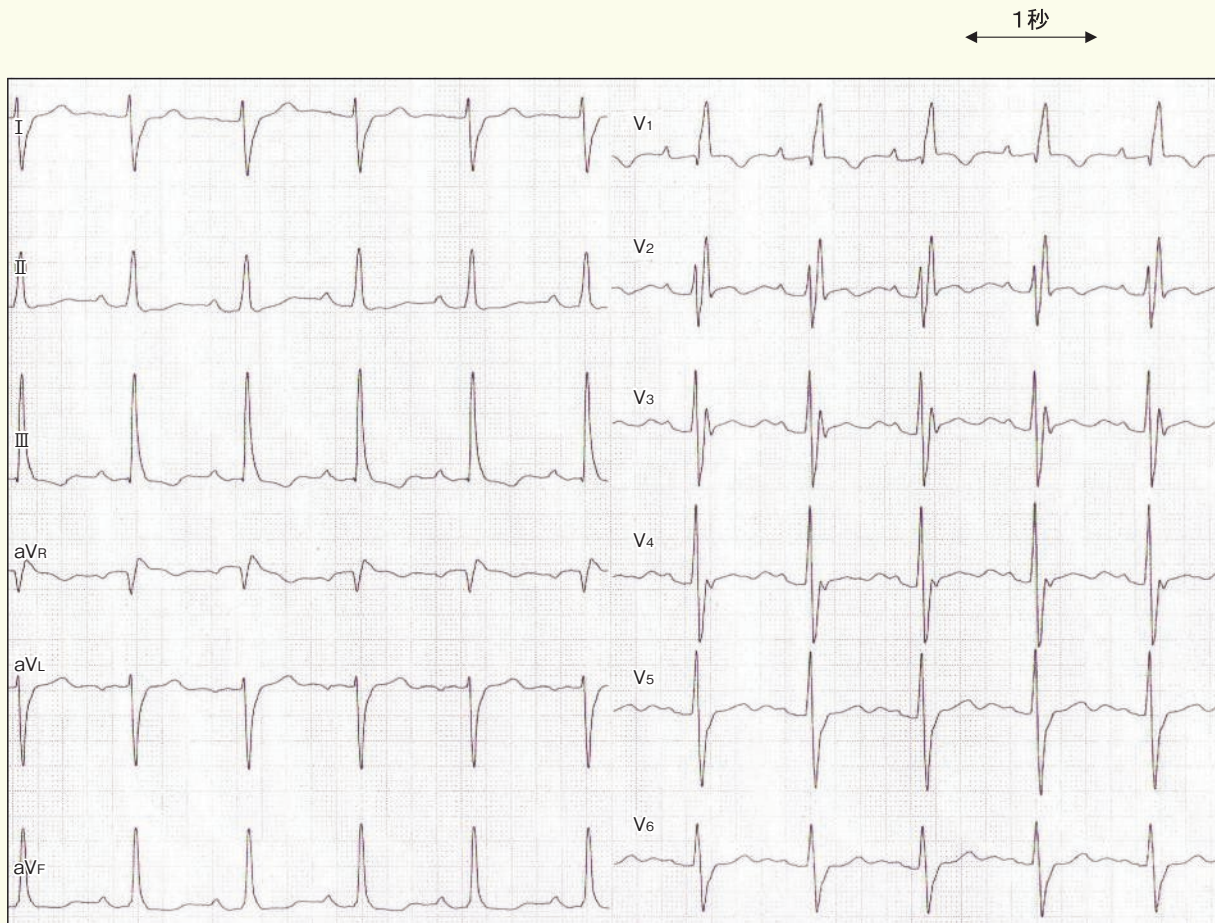
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
77歳の男性。心筋梗塞急性期にCCUにて記録された。

## BBB - 4 Answer



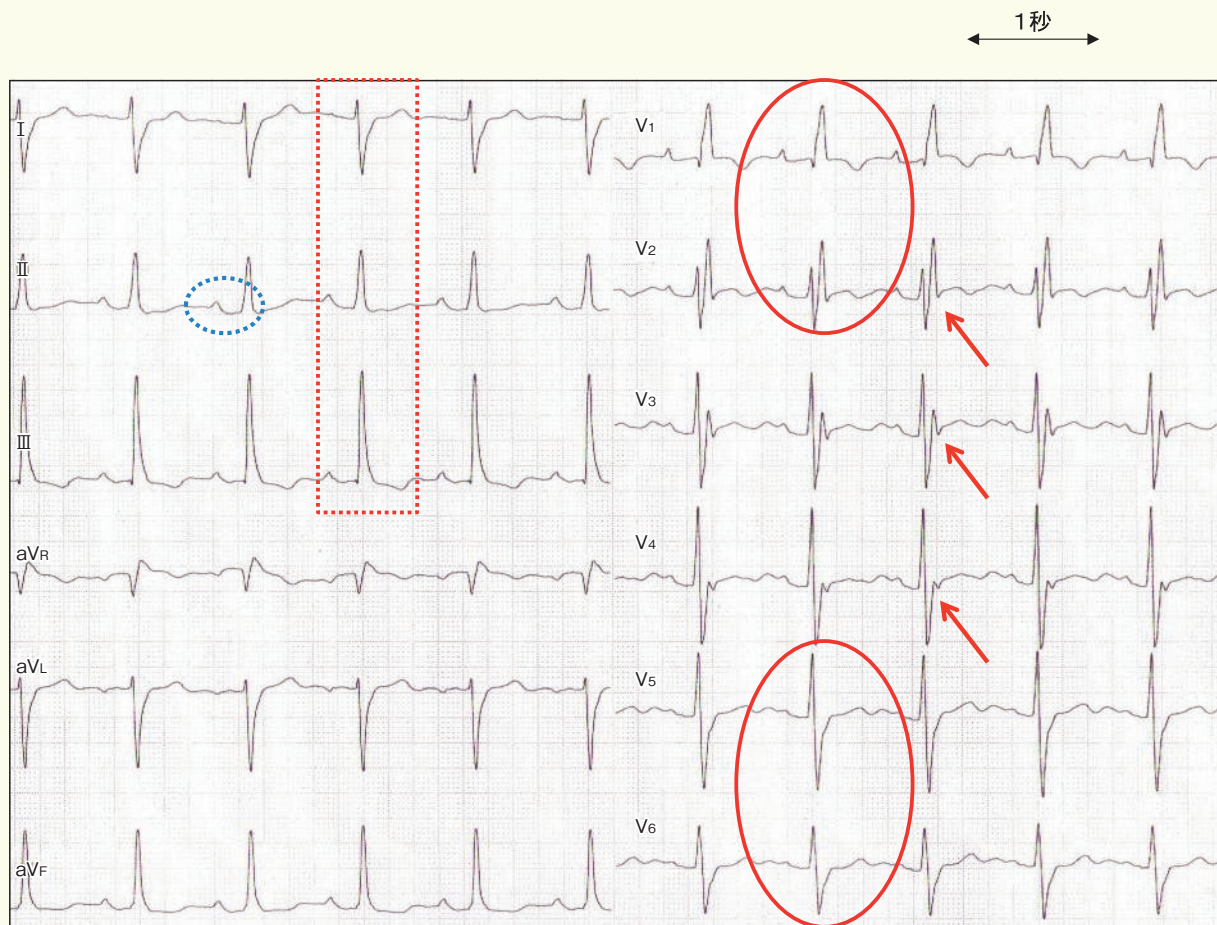
QRS幅が広く、V<sub>1</sub>誘導でrsR'型かつV<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導で幅広いS波を認め(○)、かつ高度の左軸偏位を示すことから(⋮)、完全右脚ブロック、左脚前枝ブロックがあると判断されるが、本例ではさらにPR間隔が約0.4秒と著明に延長している(○)。左脚後枝にも伝導障害があるためと考えられ、三枝ブロック(trifascicular block)と診断される。I、aV<sub>L</sub>、V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>誘導に異常Q波がみられることから(↓)、前側壁心筋梗塞により広範な伝導障害が生じたと考えられる。

# BBB - 5 Question



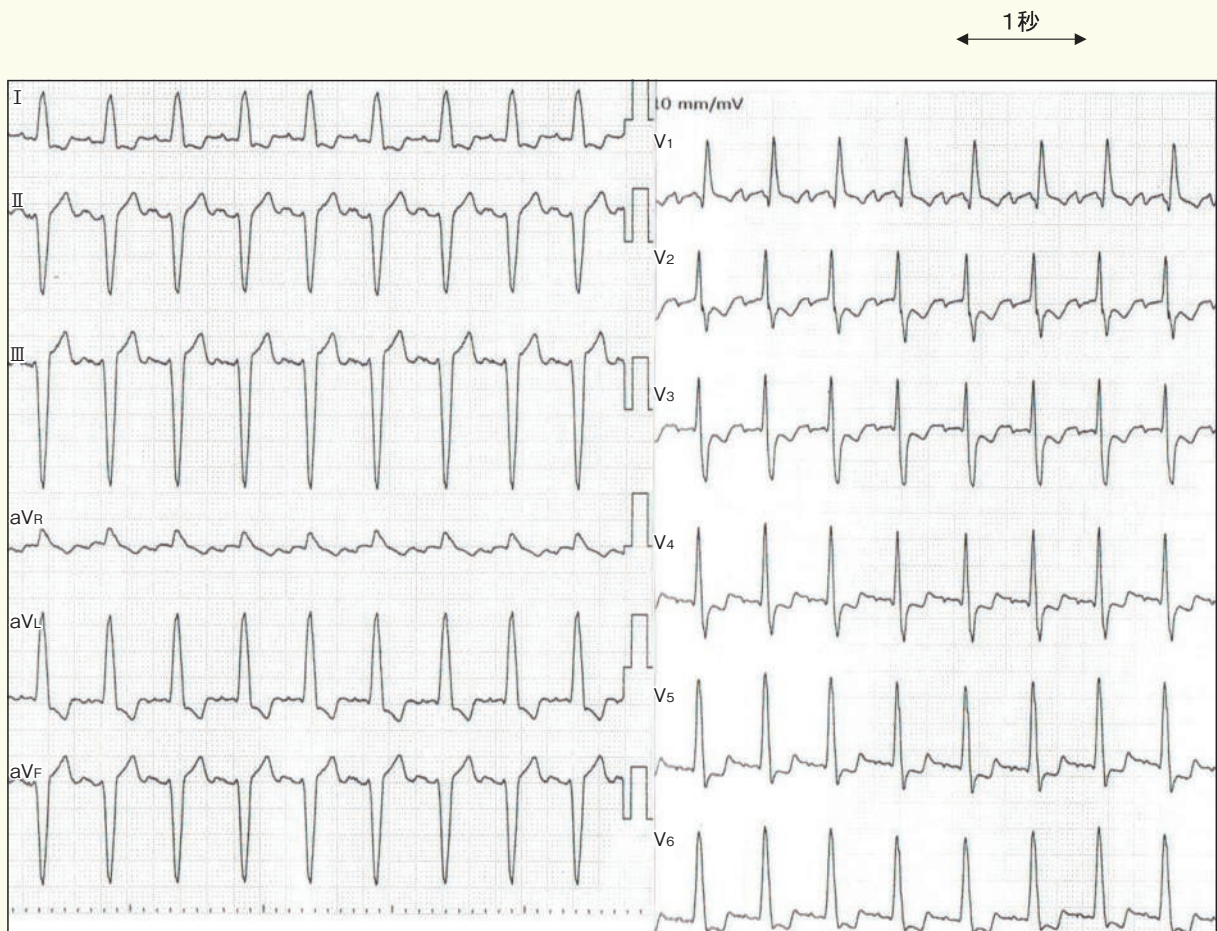
12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
82歳の男性。高血圧にて外来受診時の記録。

## BBB - 5 Answer



BBB-2と同様、完全右脚ブロックで右軸偏位を伴う二束ブロック（○）（□）であるが、PR時間が0.26秒と軽度ながら延長している点（○）、および胸部誘導のQRS波形が典型的な右脚ブロックパターンではなくR'の後に幅広いS'がみられる点（↑）などから、より広範な心室内伝導障害が想定される。三束ブロックの可能性を考えて経過をみる必要がある。

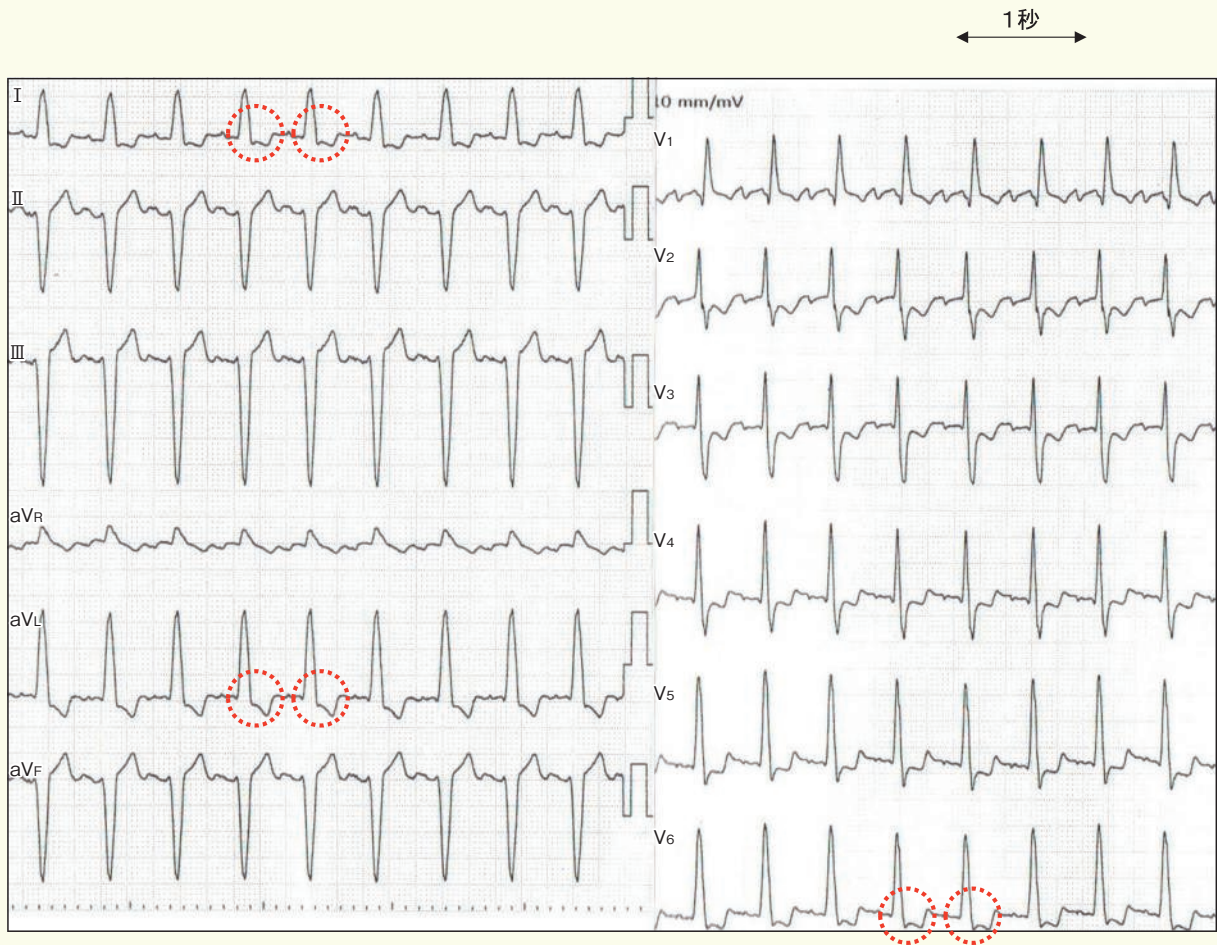
## BBB - 6 Question



12誘導を6誘導ずつ記録。

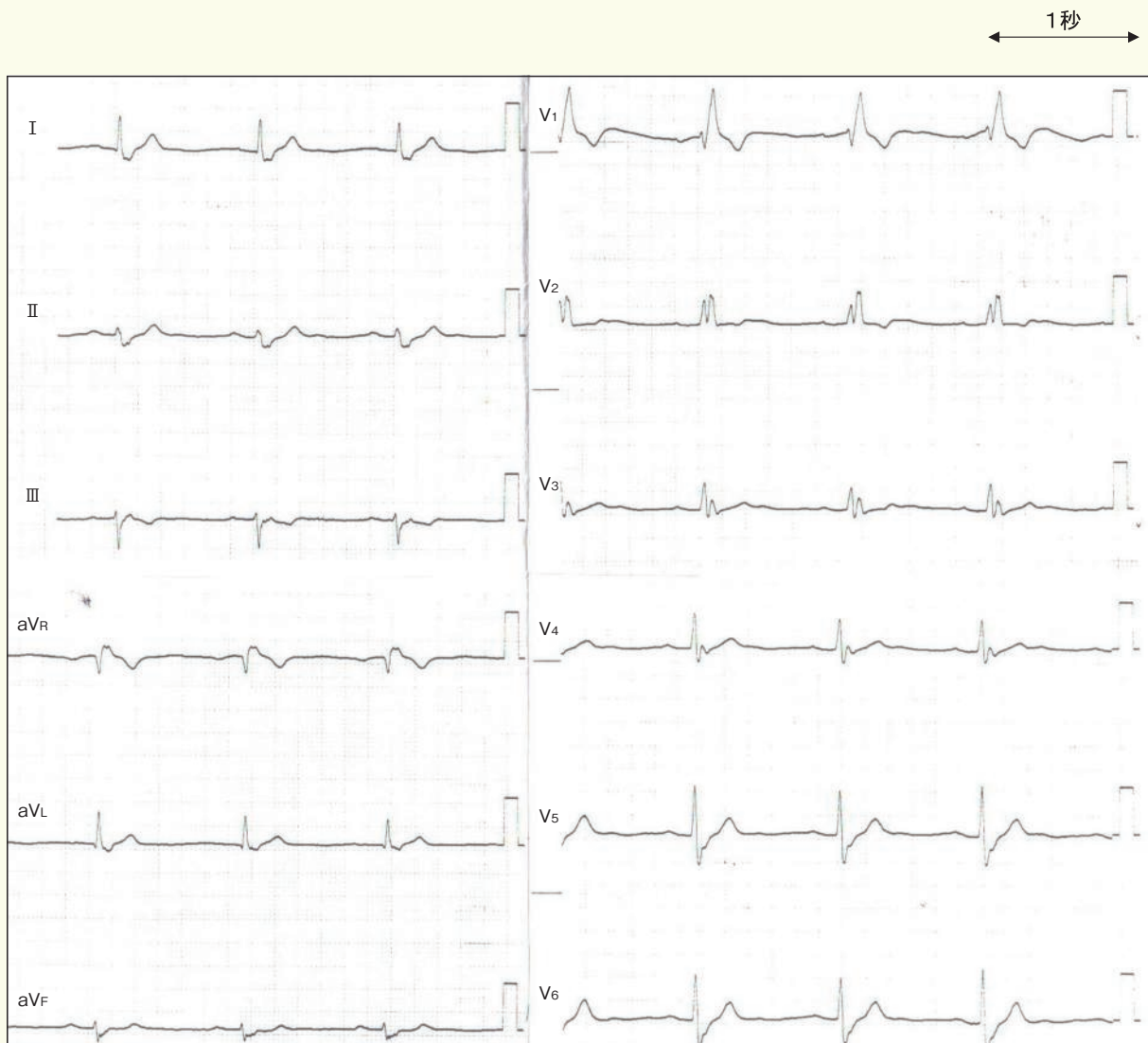
20歳の男性。健康診断における記録。小児期に先天性心疾患を指摘されたことがあるという。

## BBB - 6 Answer



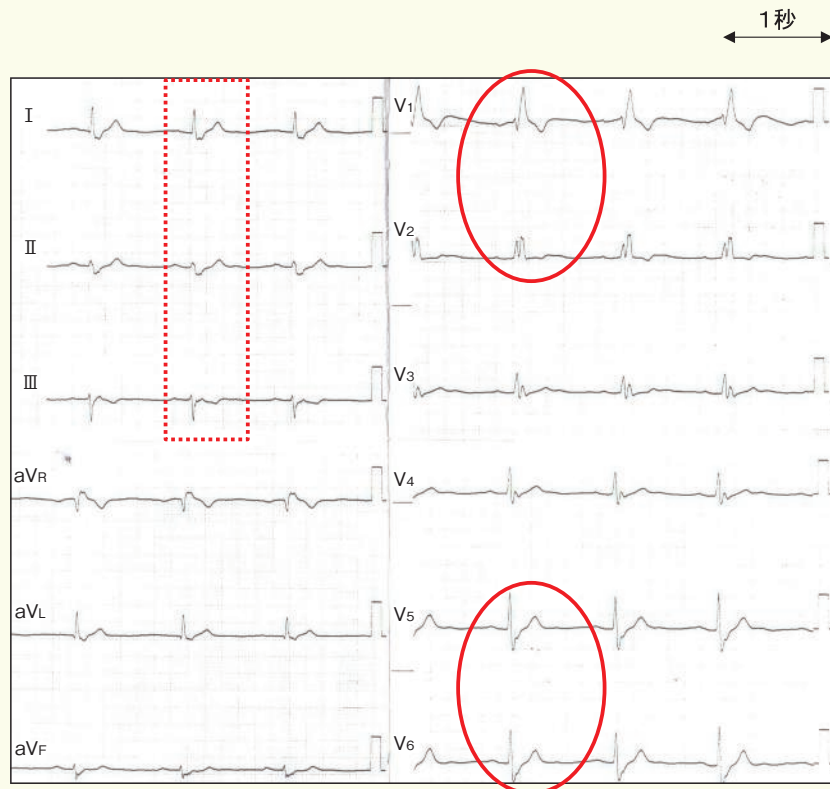
完全右脚ブロックで高度左軸偏位を伴う二束ブロックであるが、QRS幅が0.14秒程度に延長している点、I、aVL、V<sub>6</sub>誘導でS波のない左脚ブロック様波形を呈している点(○)から、左脚の伝導障害も合併している可能性が高い。右脚ブロック+左脚ブロック型の三枝ブロックとして経過をみるべきであろう。

# BBB - 7 Question

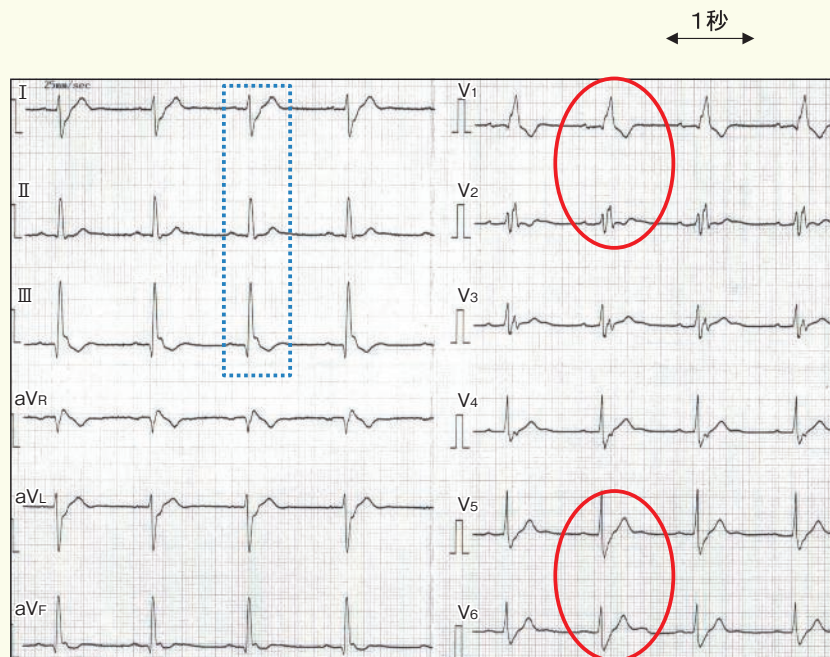


12誘導を6誘導ずつ記録。  
80歳の女性。高血圧にて通院加療中、外来での記録。

# BBB - 7 Answer



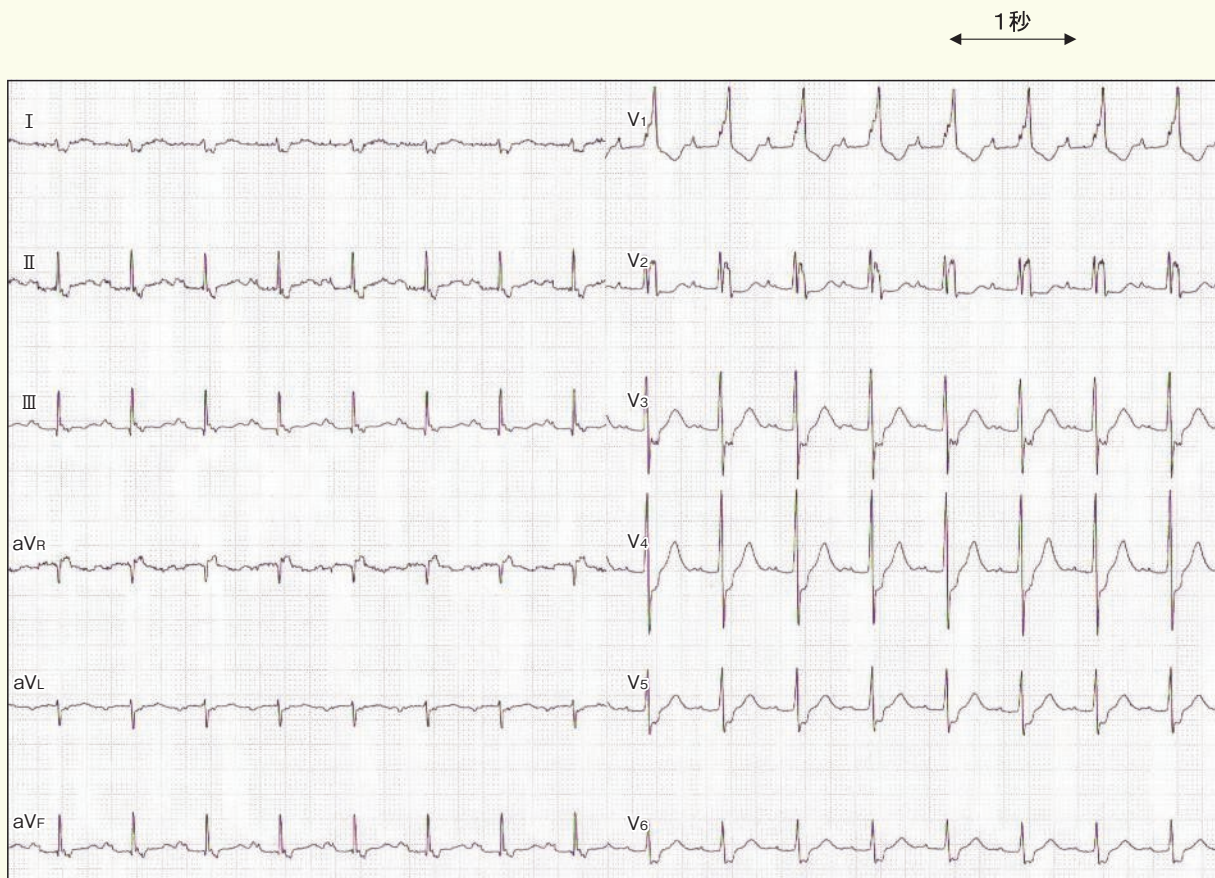
V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>誘導のrsR'型 (○)、V<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>誘導の深いS波 (○) および肢誘導での左軸偏位の所見 (⋮) から、**右脚ブロック+左脚前枝ブロック型の二束ブロック**として経過をみていた。



同一例で数日後の心電図。右脚ブロックはそのままである (○) が、**従来左軸偏位であった電気軸が突然高度の右軸偏位へと変化していた (⋮)**。この間、虚血性心疾患など特に重大な病態は起こっていないが、**左脚前枝に加えて左脚後枝にも伝導障害**が起きていることを示す心電図変化で、これも**三枝ブロック**として細かく経過をみる必要がある所見の一つである。

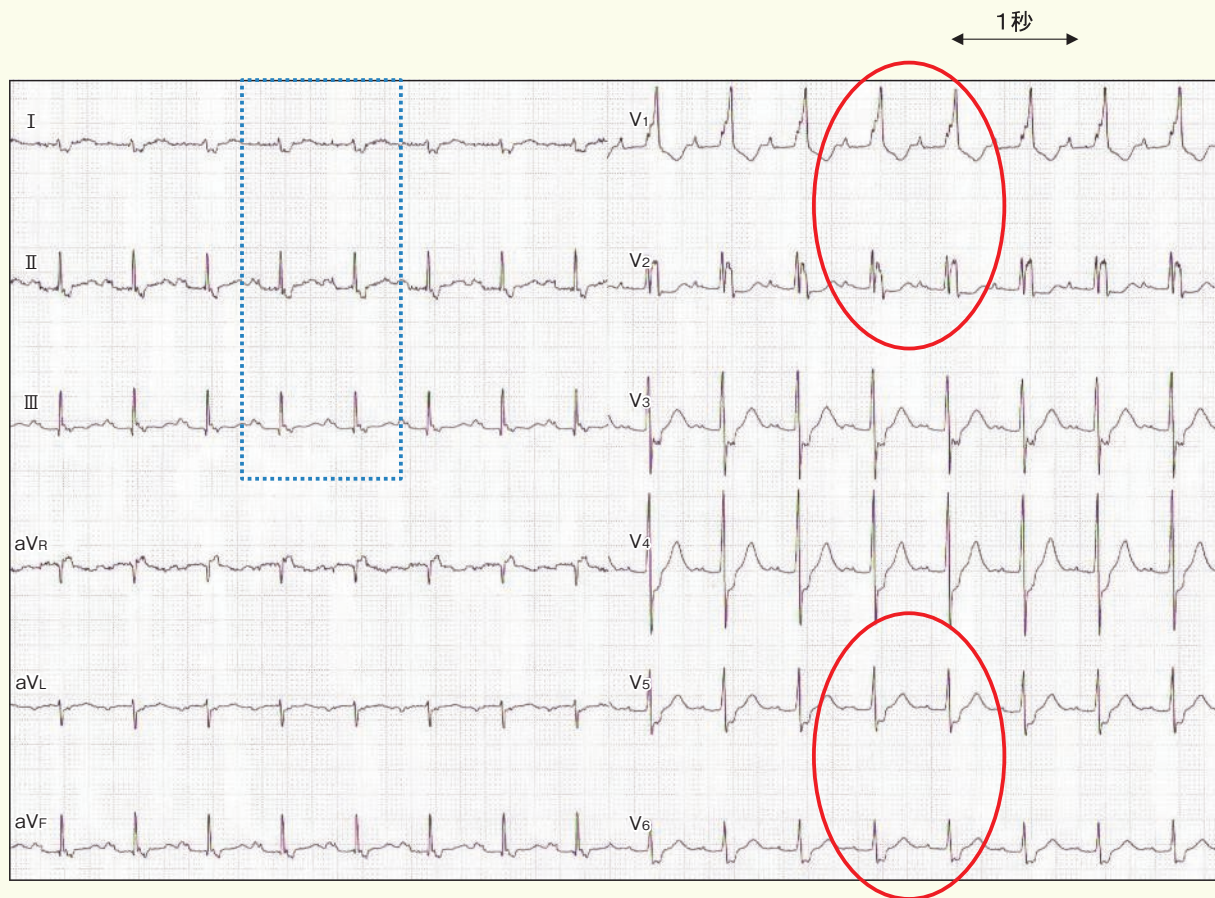


# BBB - 8 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
73歳の女性。心サルコイドーシスにて入院中の心電図。

# BBB - 8 Answer



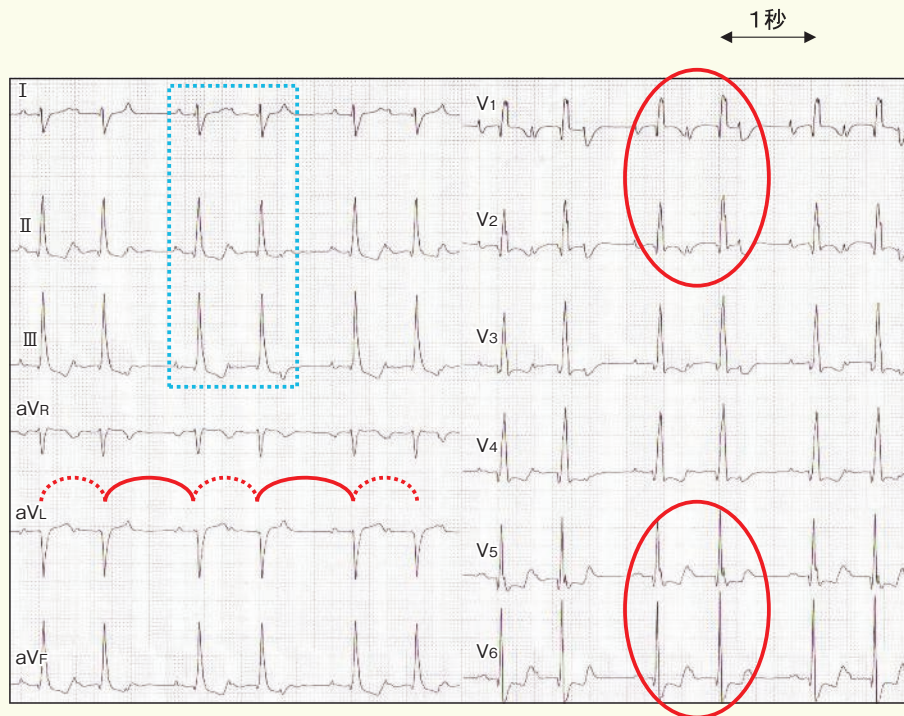
完全右脚ブロック (○)、高度の右軸偏位 (□)、有意のPR延長 (□) から三枝ブロックと診断される。刺激伝導系に進行性の病変をきたす心サルコイドーシスでは、このような所見を経て完全房室ブロックに移行する例が少ないので、ペースメーカーの適用を念頭に細かく経過をみる必要がある。

# BBB - 9 Question

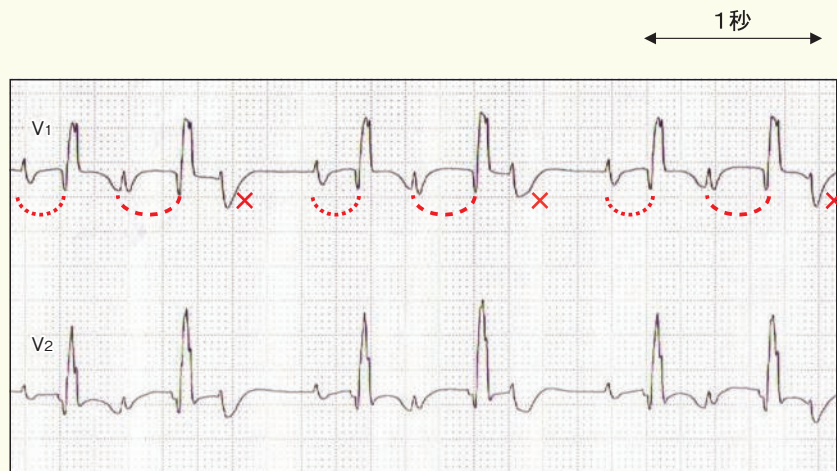


12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
92歳の男性。高血圧にて加療中、外来診療時の記録。

## BBB - 9 Answer

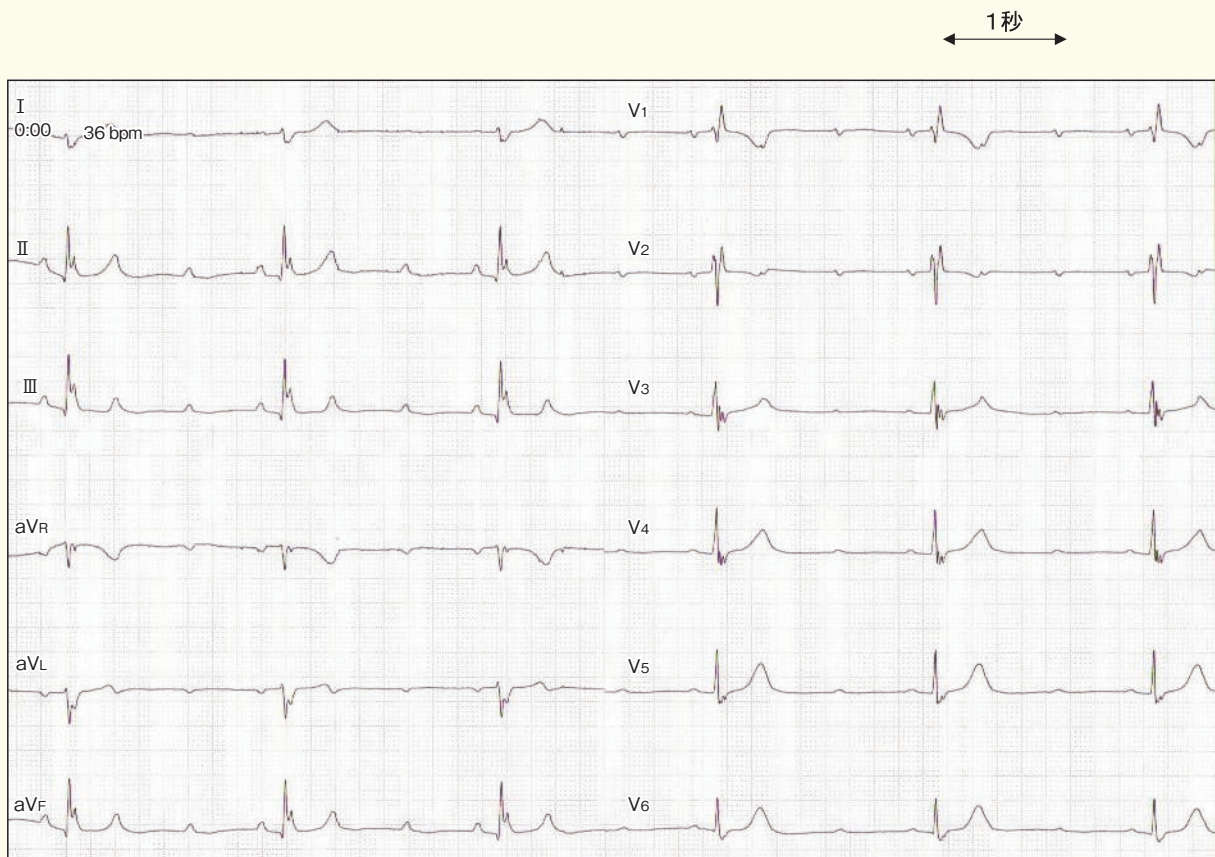


完全右脚ブロックで (○) 強い右軸偏位を伴っており (□)、PR時間も延長していることから、通常は三枝ブロックと考えるところであるが、RR間隔は長短を繰り返す2段脈を呈している (⋯)。これはどのように考えたらよいのであろうか。



一部の誘導を拡大してみると、PR間隔は《漸次延長(⋯)～脱落(×)》という周期を3拍ごとに繰り返していることがわかる。すなわち、3対2伝導のWenckebach周期を示す第2度房室ブロックと診断される。通常、三枝ブロックでは、右脚ブロック+左脚後枝ブロックで左脚前枝にも伝導障害がある場合、あるいは右脚ブロック+左脚前枝ブロックで左脚後枝にも伝導障害がある場合が想定される。しかし、本例のように典型的なWenckebach周期が観察される場合には、第3の伝導障害は房室結節で起きている可能性が高いことから、三枝ブロックとは異なる病態と考えるべきかもしれない。

# BBB - 10 Question



12誘導を6誘導ずつ連続記録。  
81歳の男性。強いめまいを主訴に来院した際の記録。

## BBB - 10 Answer



P波3個(↓)の後にQRSが1拍(□)みられる3対1の房室ブロックである。伝導したQRSの形をみると、完全右脚ブロック+高度右軸偏位型(○)(□)を呈している。二枝ブロックから三枝ブロックへの進展により、3対1伝導の高度房室ブロックをきたしたと判断される。患者はこの後、失神発作を起こし、VVIペースメーカを挿入することとなった。