

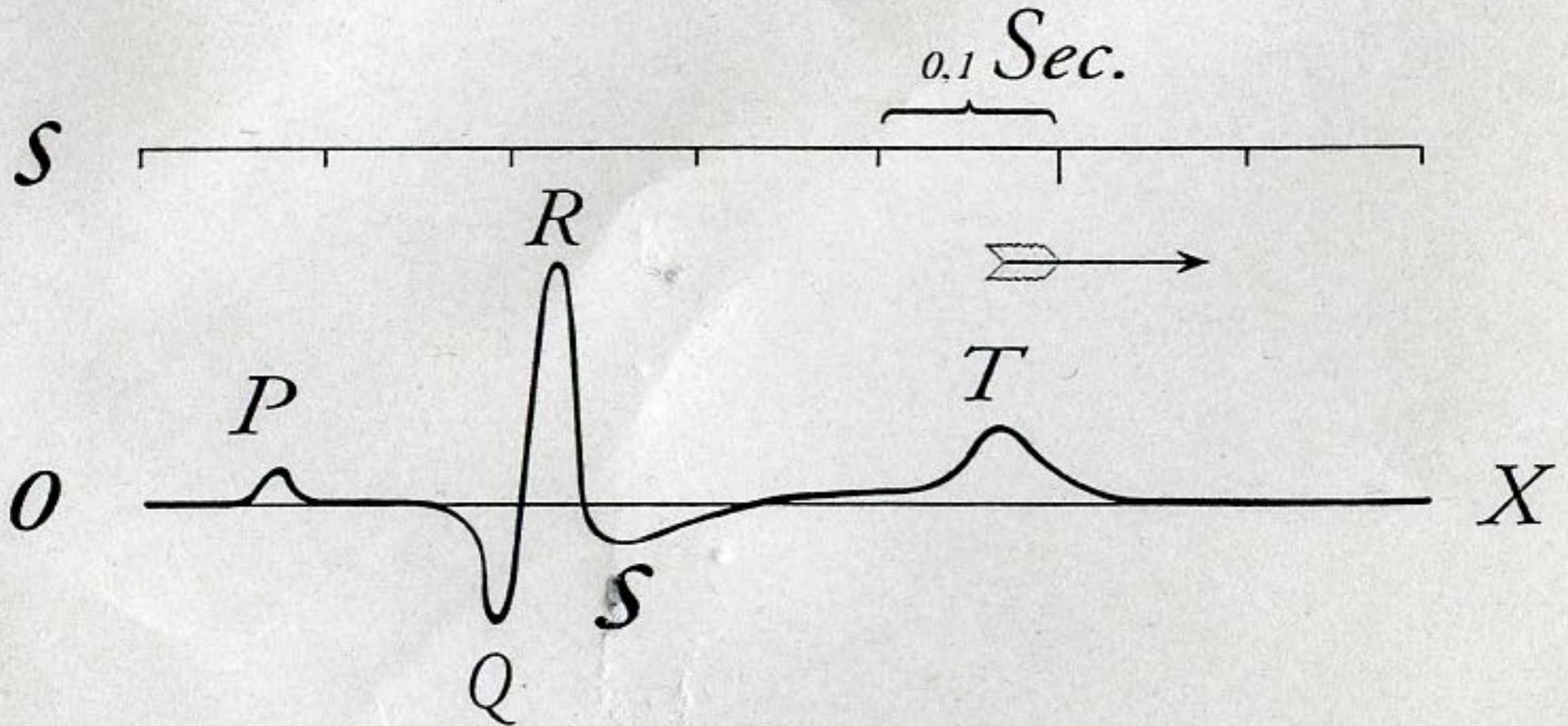
# 心電図の基礎

独立行政法人  
国立病院機構

埼玉病院 循環器内科

鈴木 雅裕

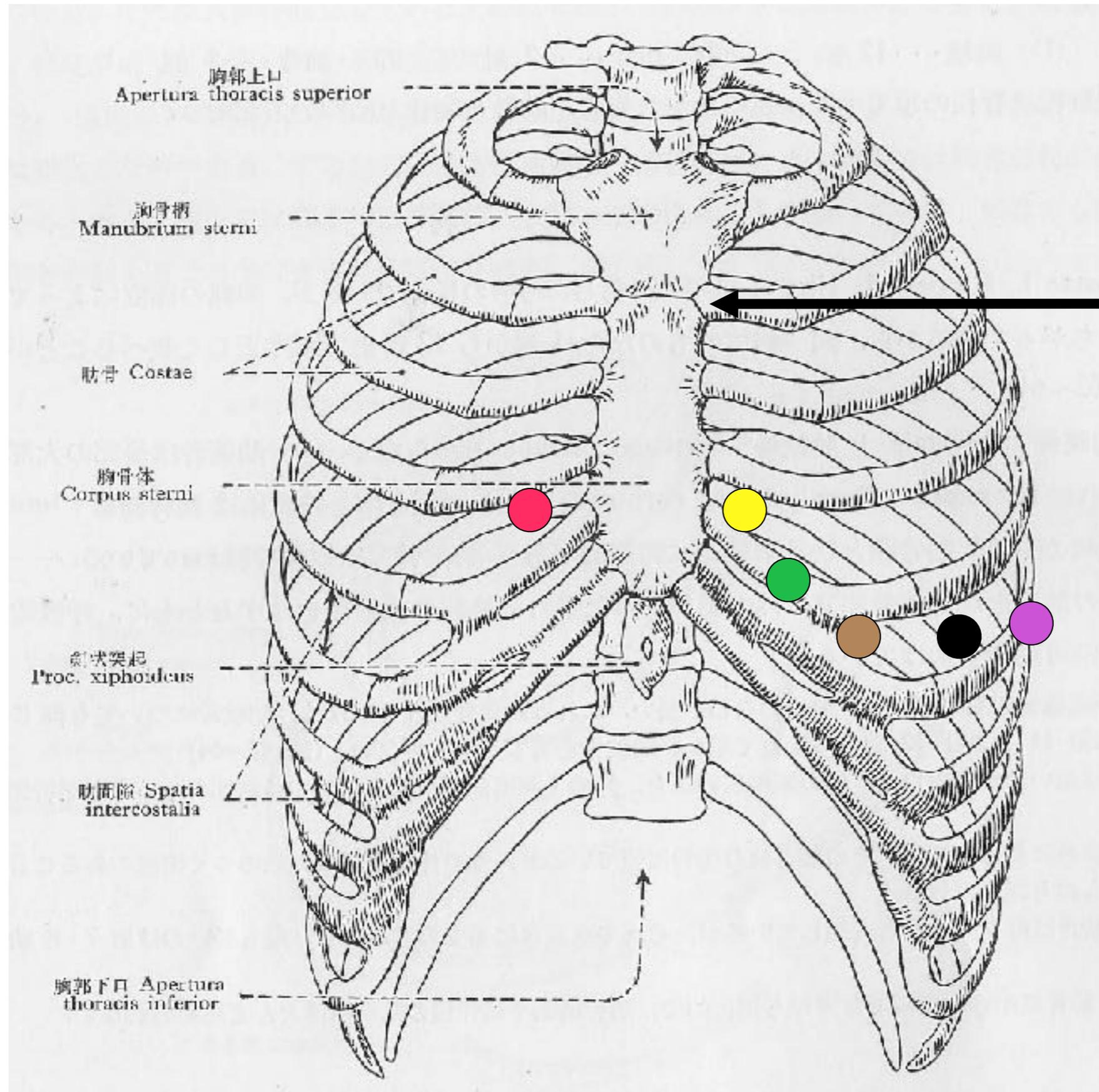
# Einthovenによる心電図波形の命名



PからTまで現在も同様に使用されている

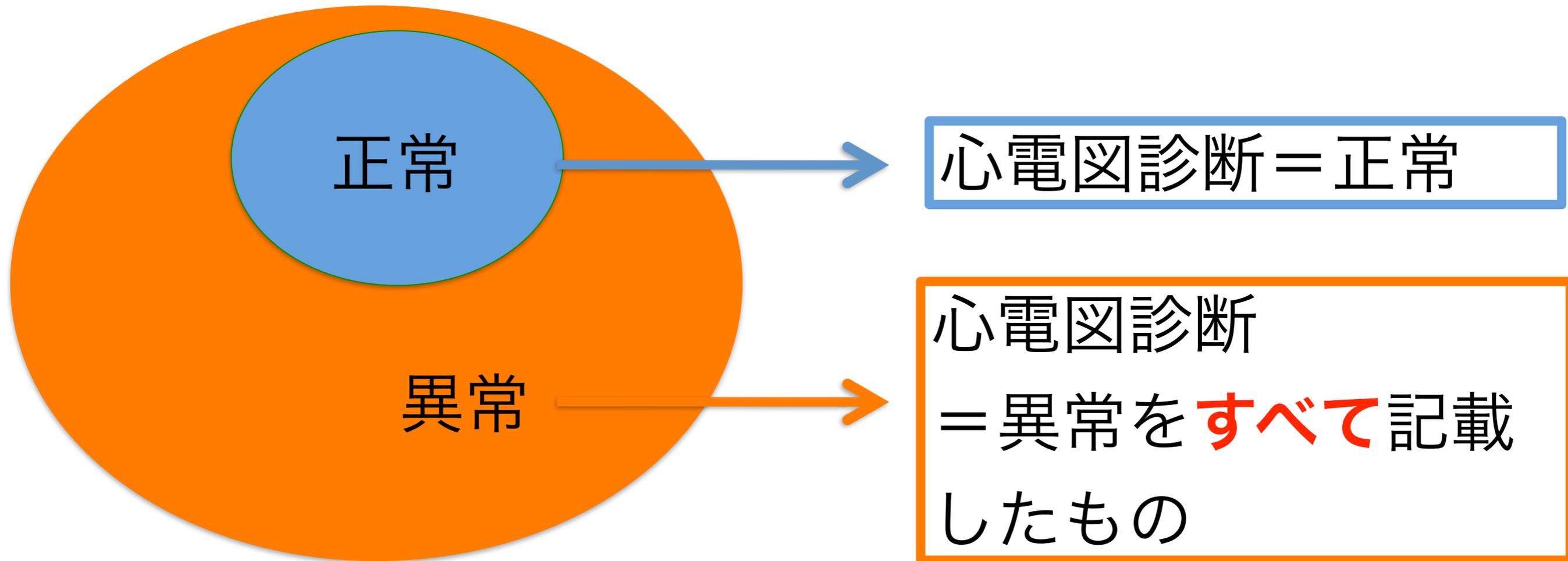
**心電図の正しい記録のために**

# 心電図の電極のつけかた



【胸骨角】  
第2肋骨が  
付着する

# 心電図を診断するとは？



「正常」がわからないと  
きちんと心電図診断ができない

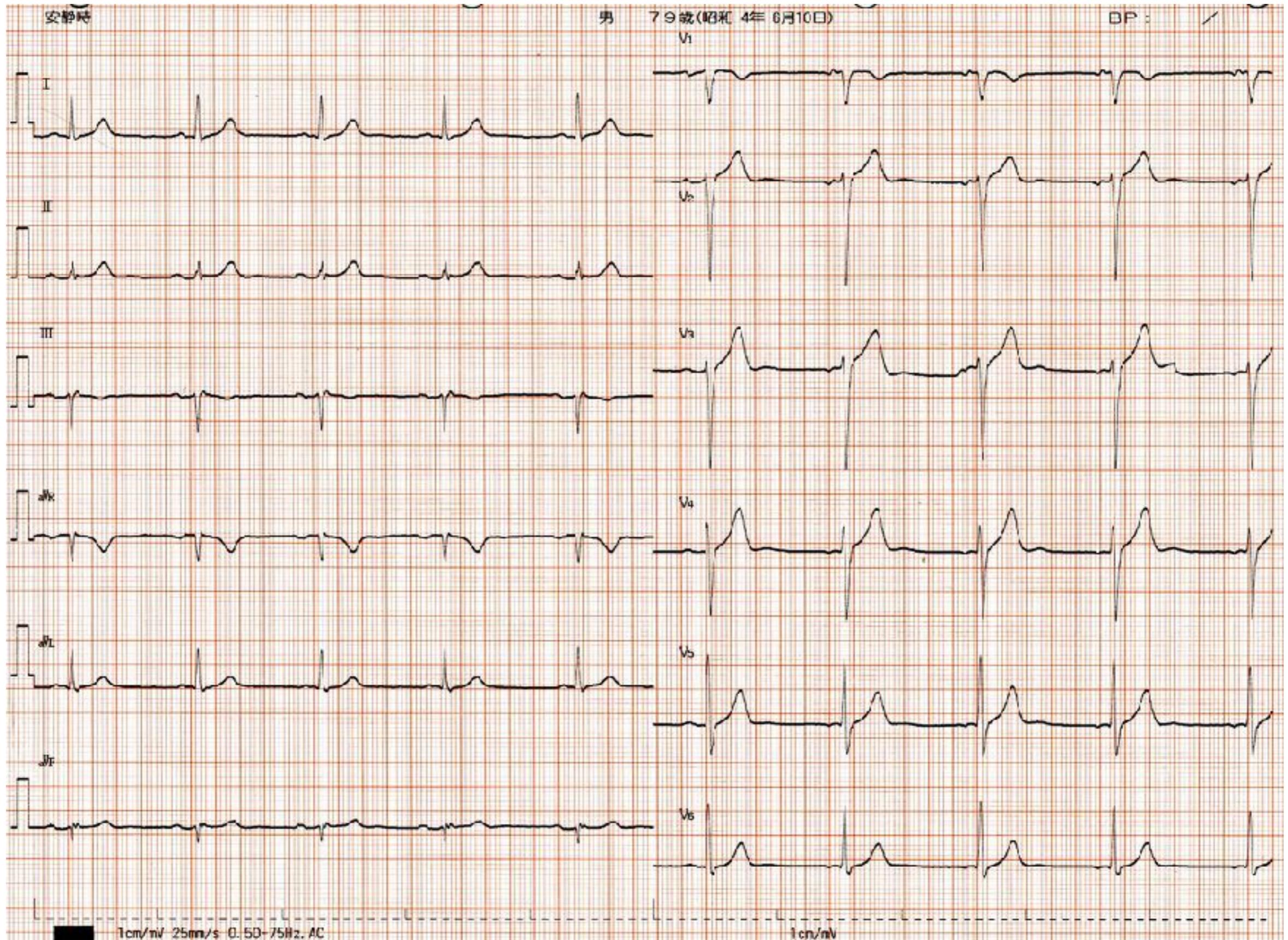
# 心電図診断は「謎解き」である

- 「正常」と自信を持って断言できる
- 「異常」について合理的に説明できる

合理的な説明が大切！心電図が難しく思われるのはココ。  
刑事や探偵が理詰めで犯人を追い詰めるのと同じ。



# リズムは？



# 正常洞調律

- 心拍数60 (50) -100/分
- P波の形が正常
- PQ時間正常
- P波の後にQRS・Tが続く

P波は心房の興奮を表す。

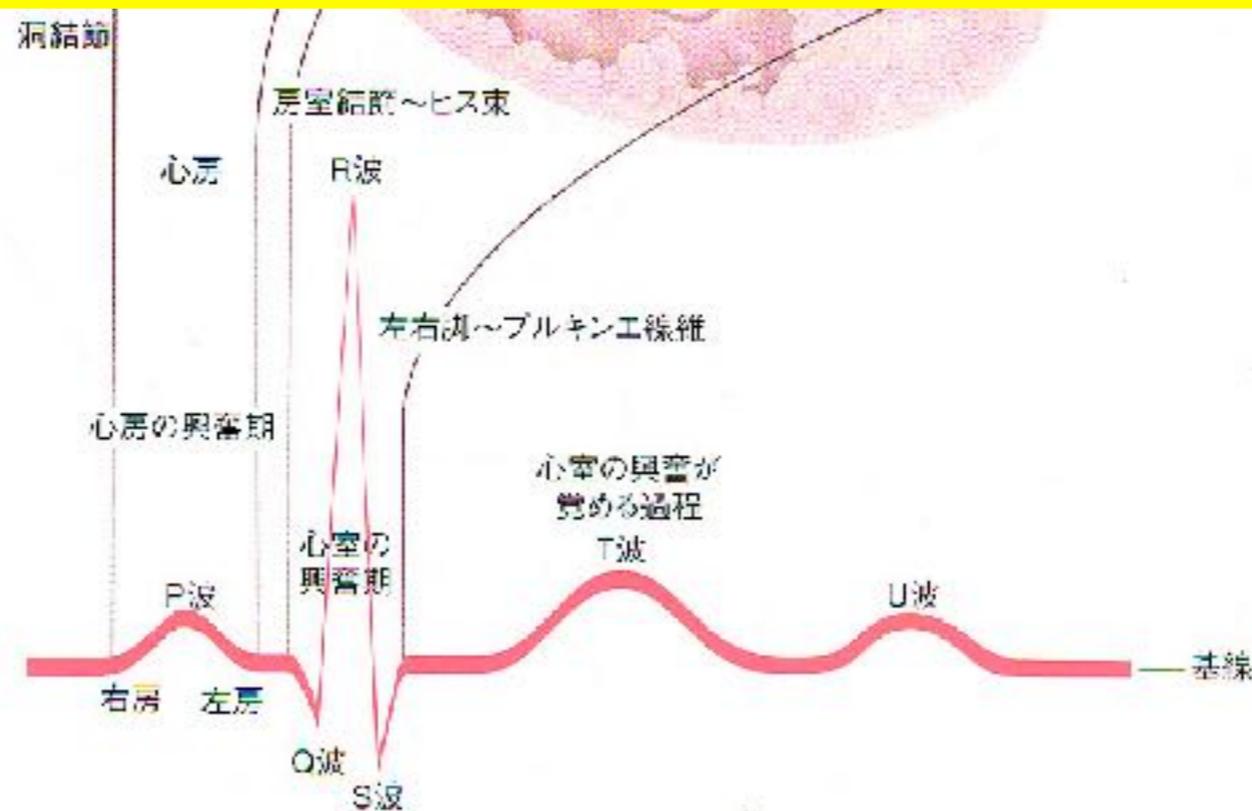
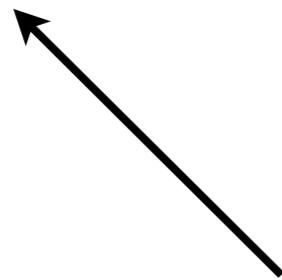
洞結節の興奮とどうしてわかるの？

# 刺激伝導系



正常洞調律と言える  
のはなぜ??????

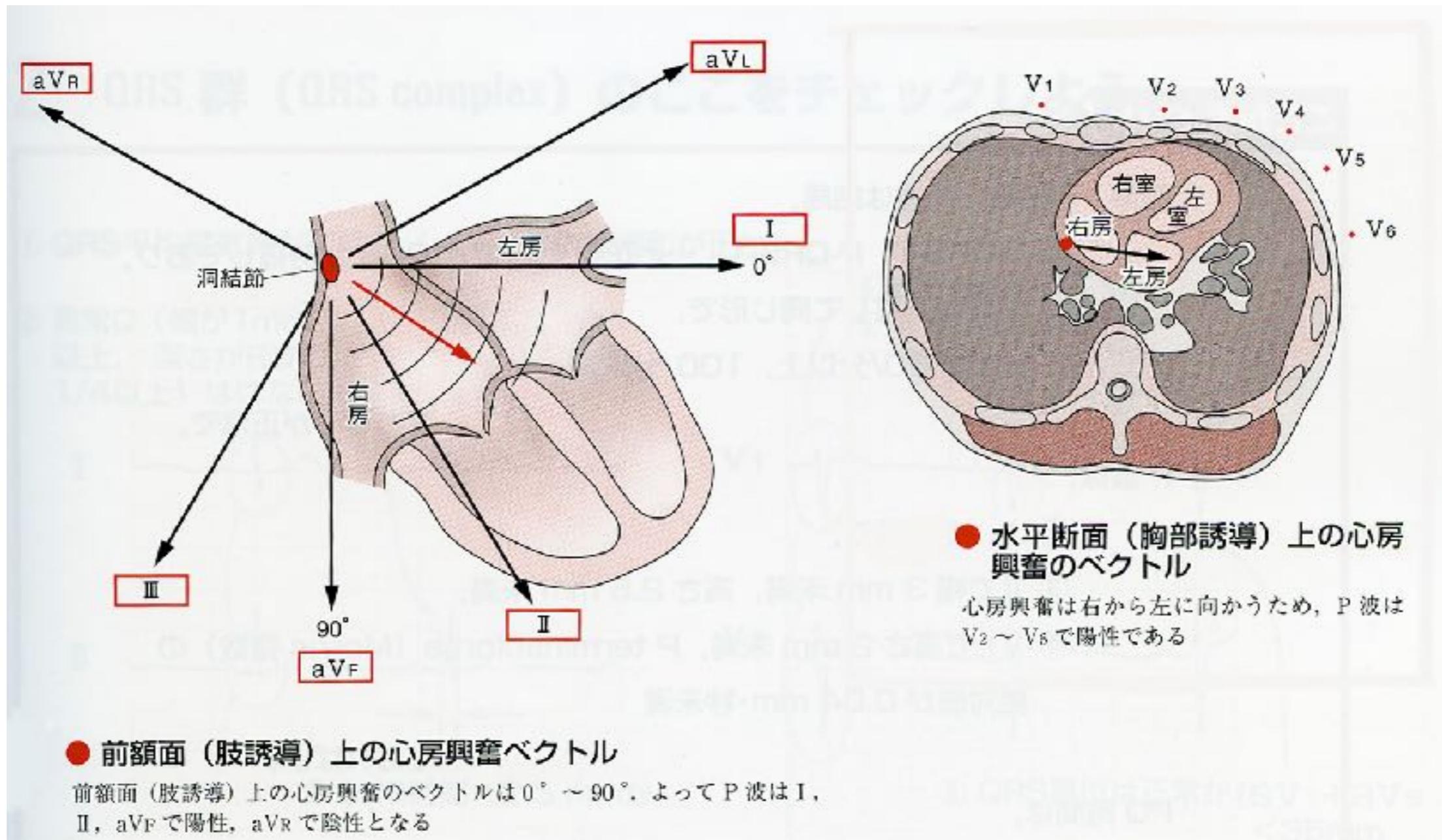
洞結節の興奮は心電図では見えない



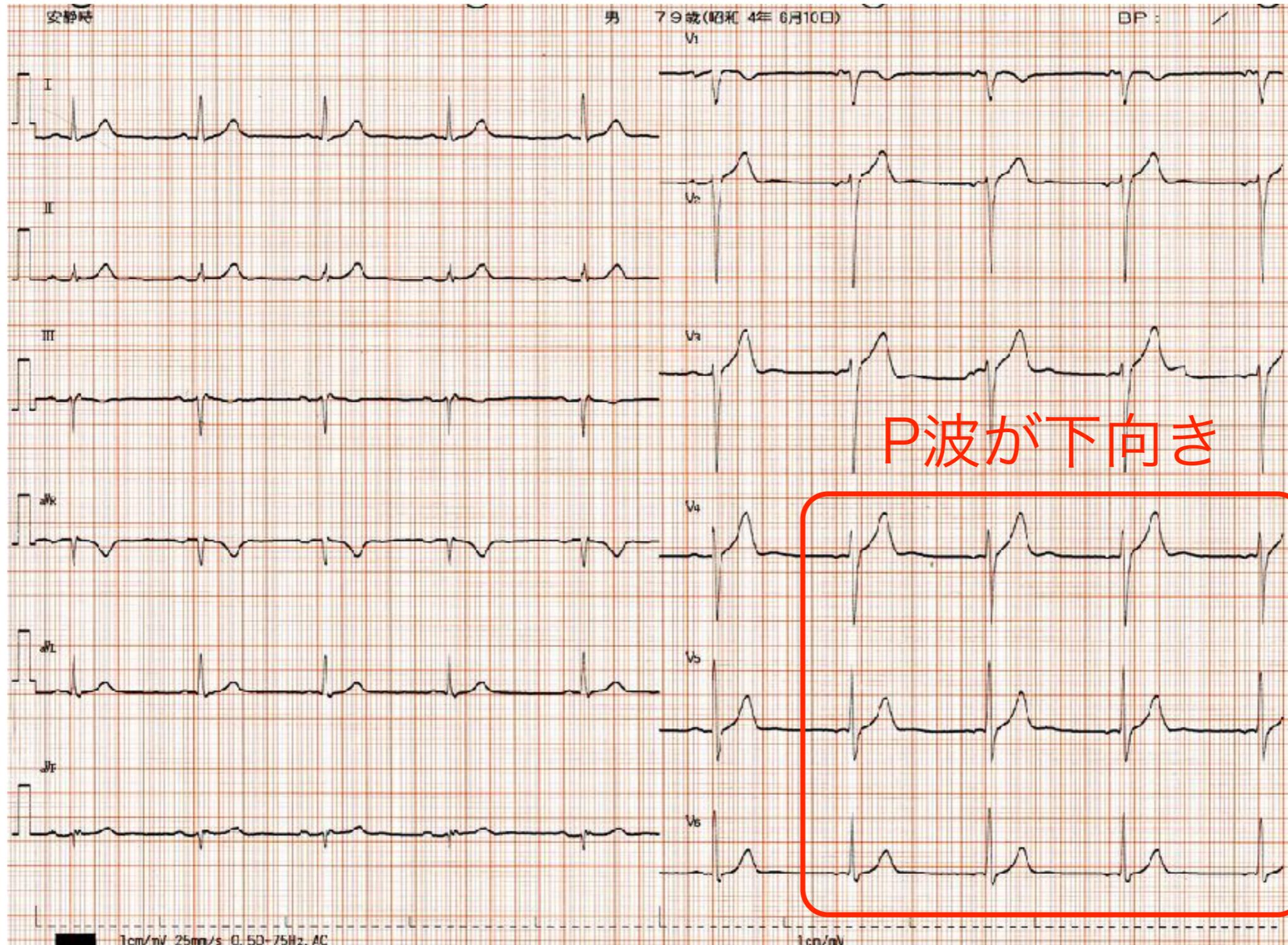
# 正常P波

I II aVF V<sub>4-6</sub> で上向き (aVR で下向き) と覚える

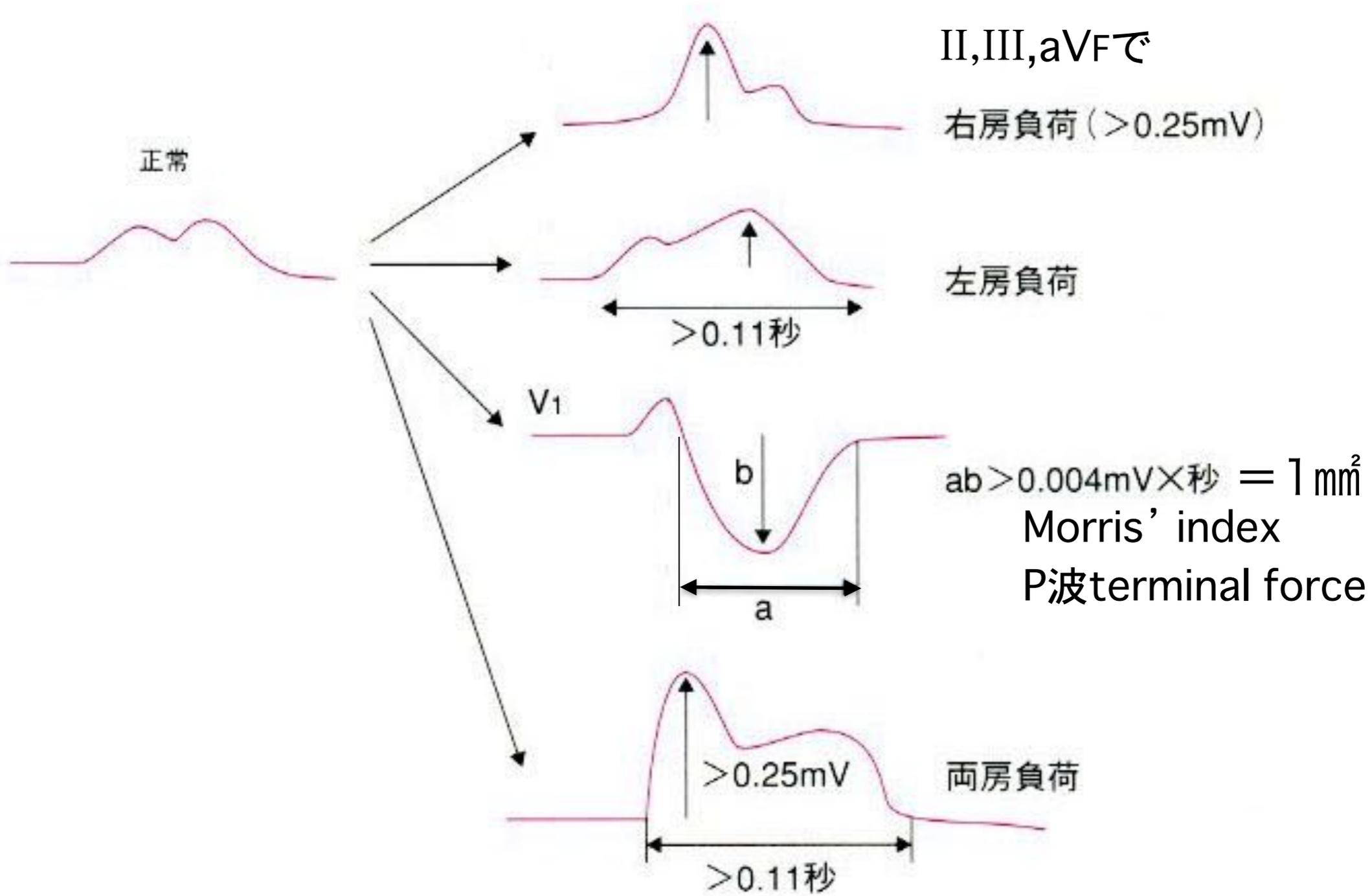
★12誘導心電図を記録したら、I 誘導のPが上向きか確認する！



# リズムは？



# 心房負荷



# P波は大切

- 洞調律の確認
- 不整脈はリズムの異常（がほとんど）  
→ 時間間隔の計測が大切  
RR間隔・PR間隔・PP間隔  
P波がないと、RR間隔しか計れない

# ST変化

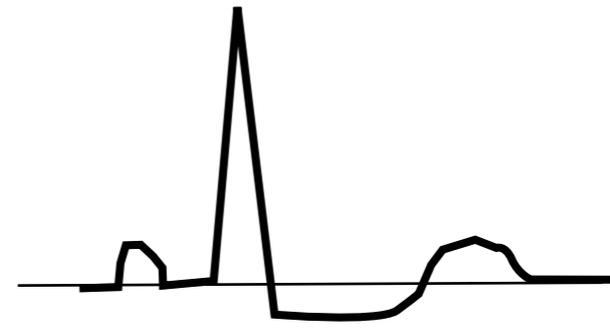
ST上昇	早期再分極 急性心筋梗塞・VSA 心膜炎 たこつぼ心筋症 Brugada症候群 SAH
ST低下	心筋虚血 非特異的STT変化

肢誘導で1mm、または、胸部誘導で0.5mmのST低下を心筋虚血  
基準に満たないST低下は、原則として非特異的STT変化

# ST低下の種類

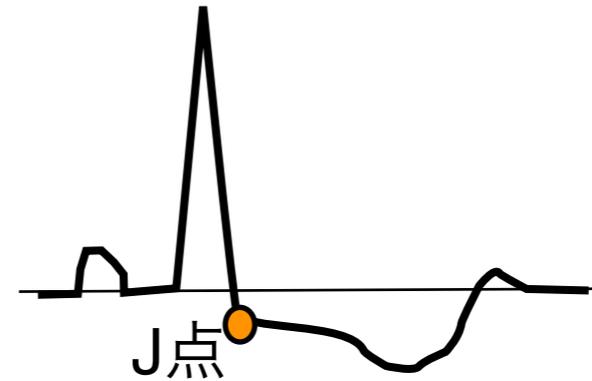
- 水平型 horizontal

どこでも同じ低下度



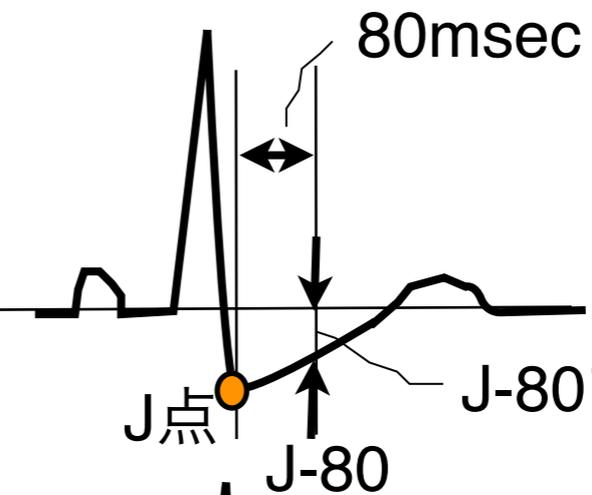
- 下行型 downward

J点で計測



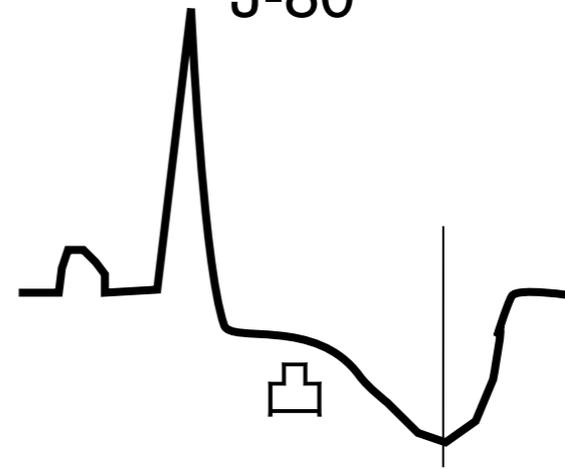
- 上行型 upsloping

J-80=J点から80msec(2mm)で計測

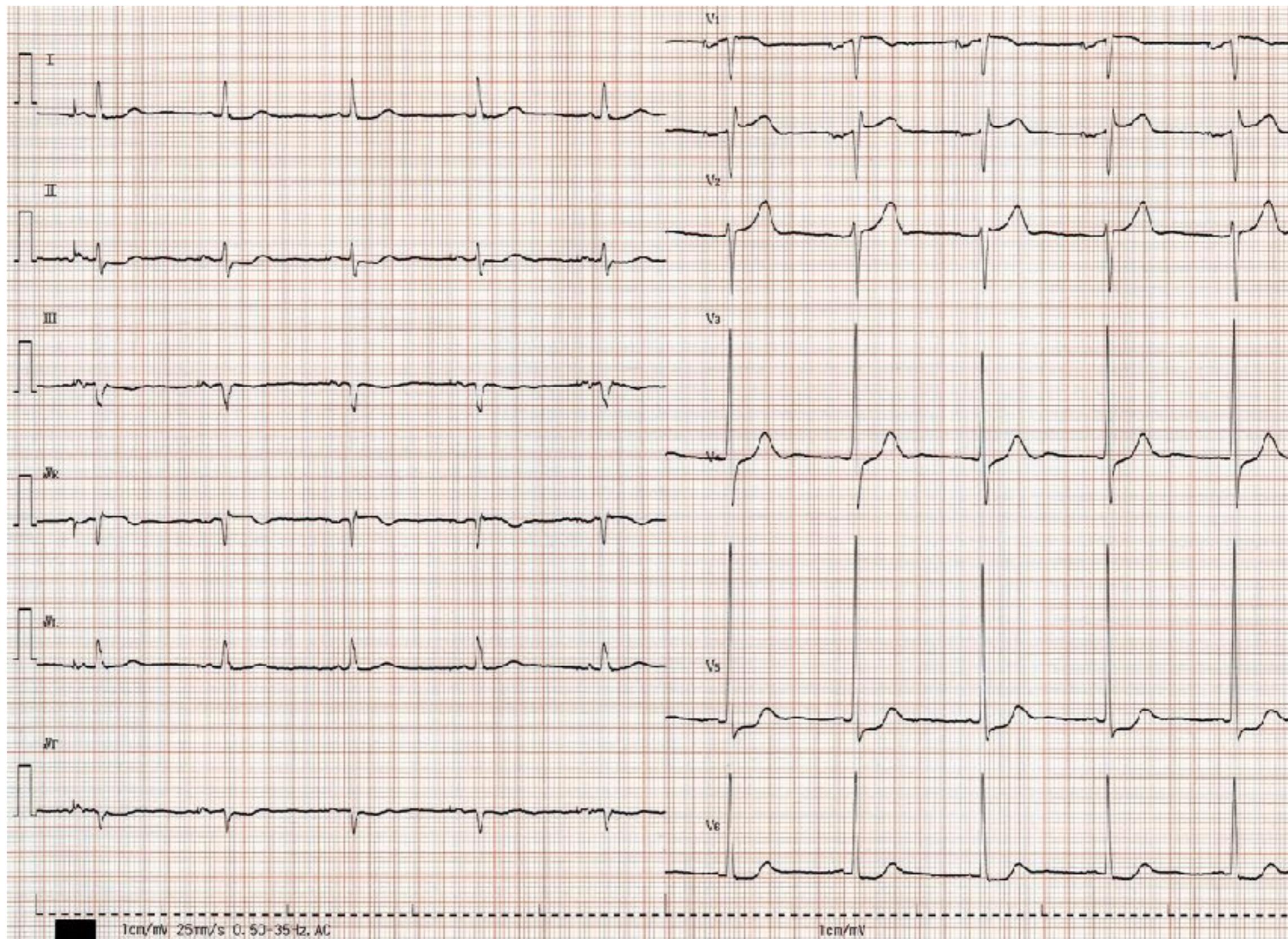


- strain pattern

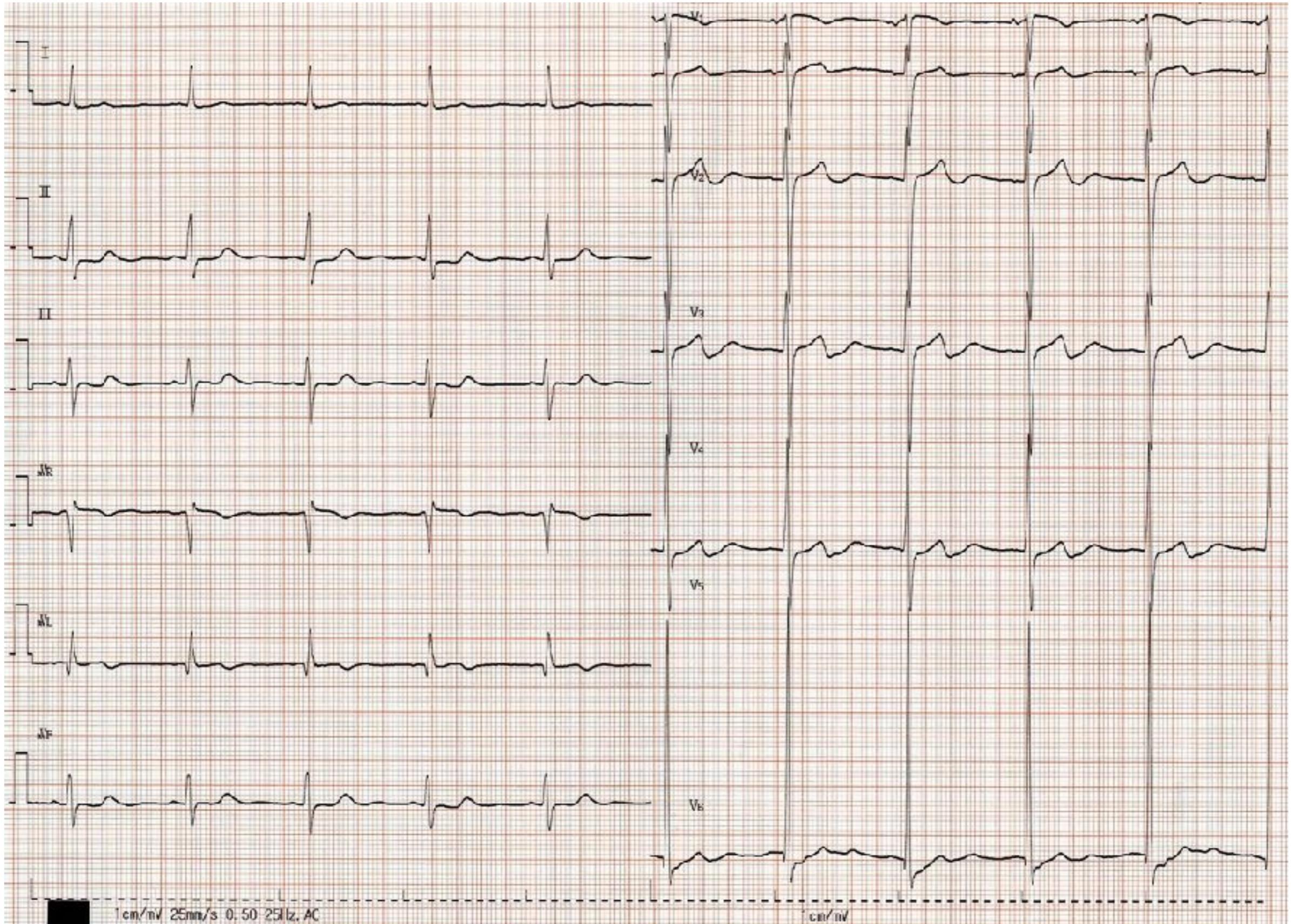
右肩下がりの上に凸のST低下  
T波は陰転し左右非対称



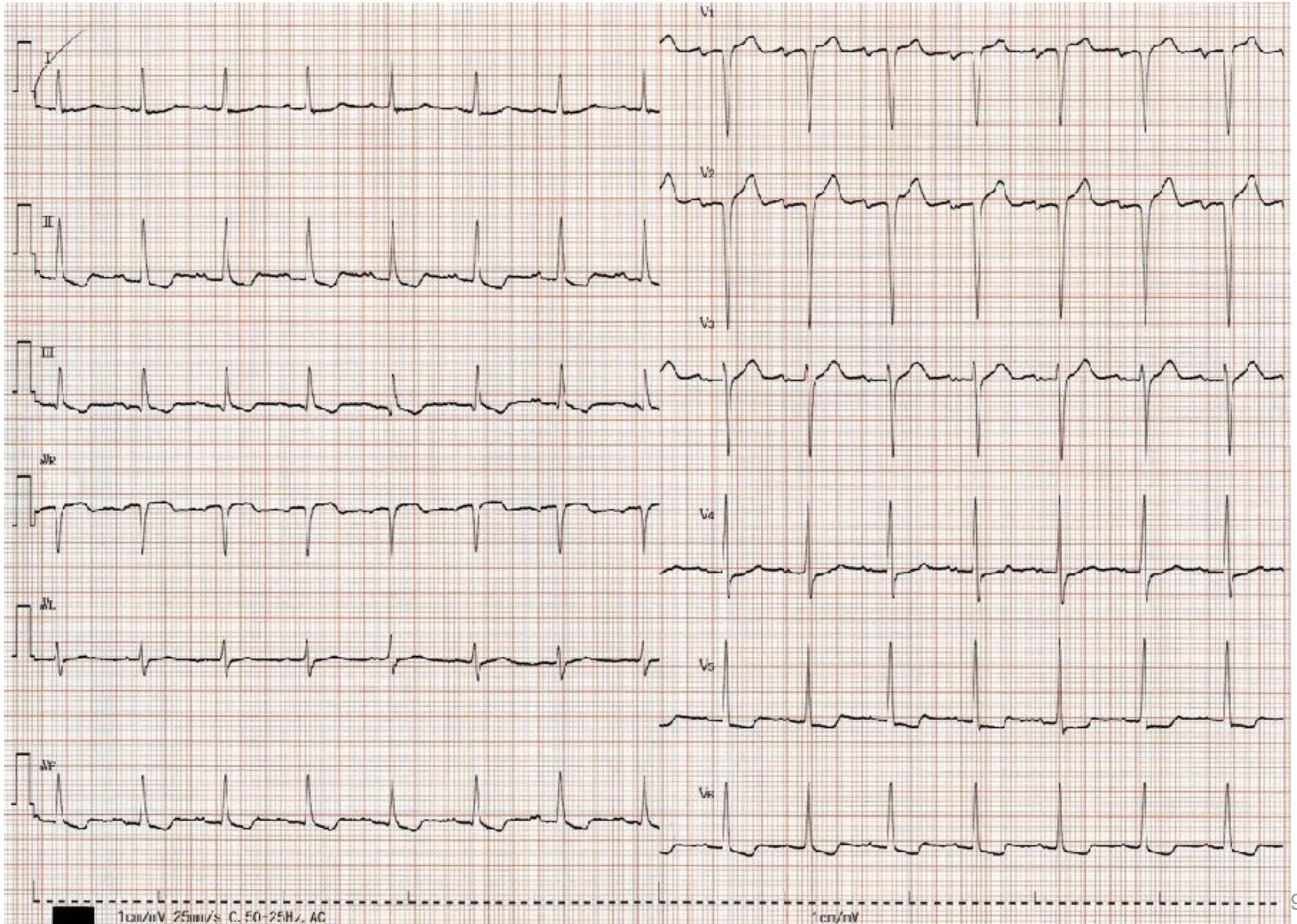
# 水平型ST低下



# 上行型ST低下



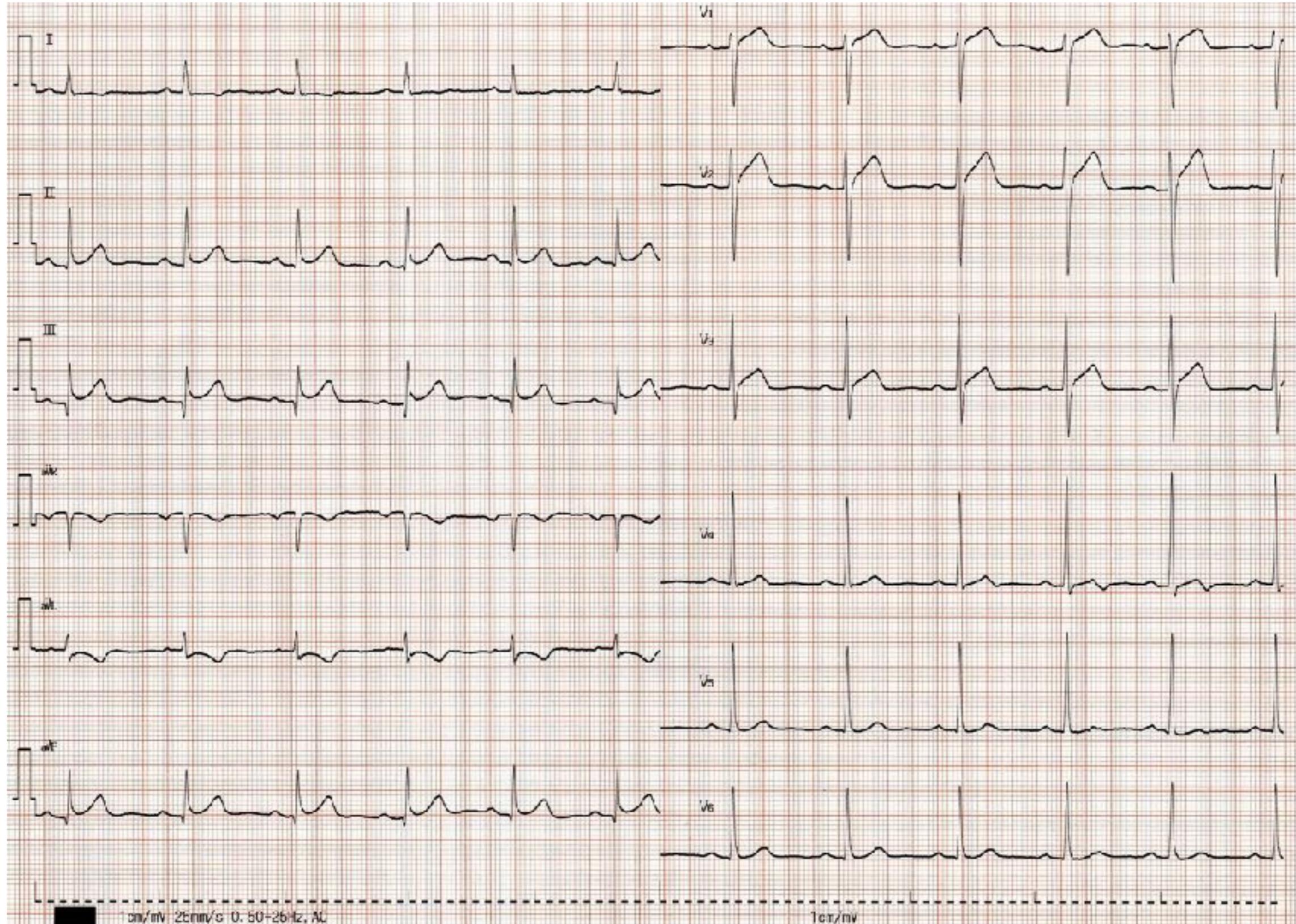
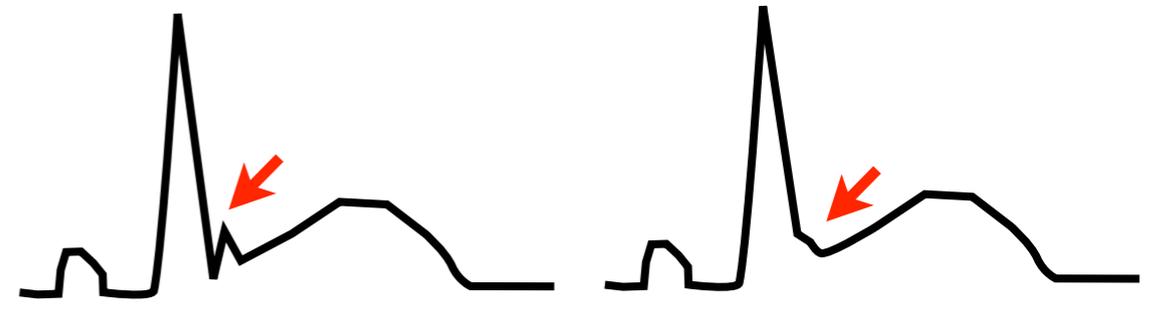
# 下行型ST低下



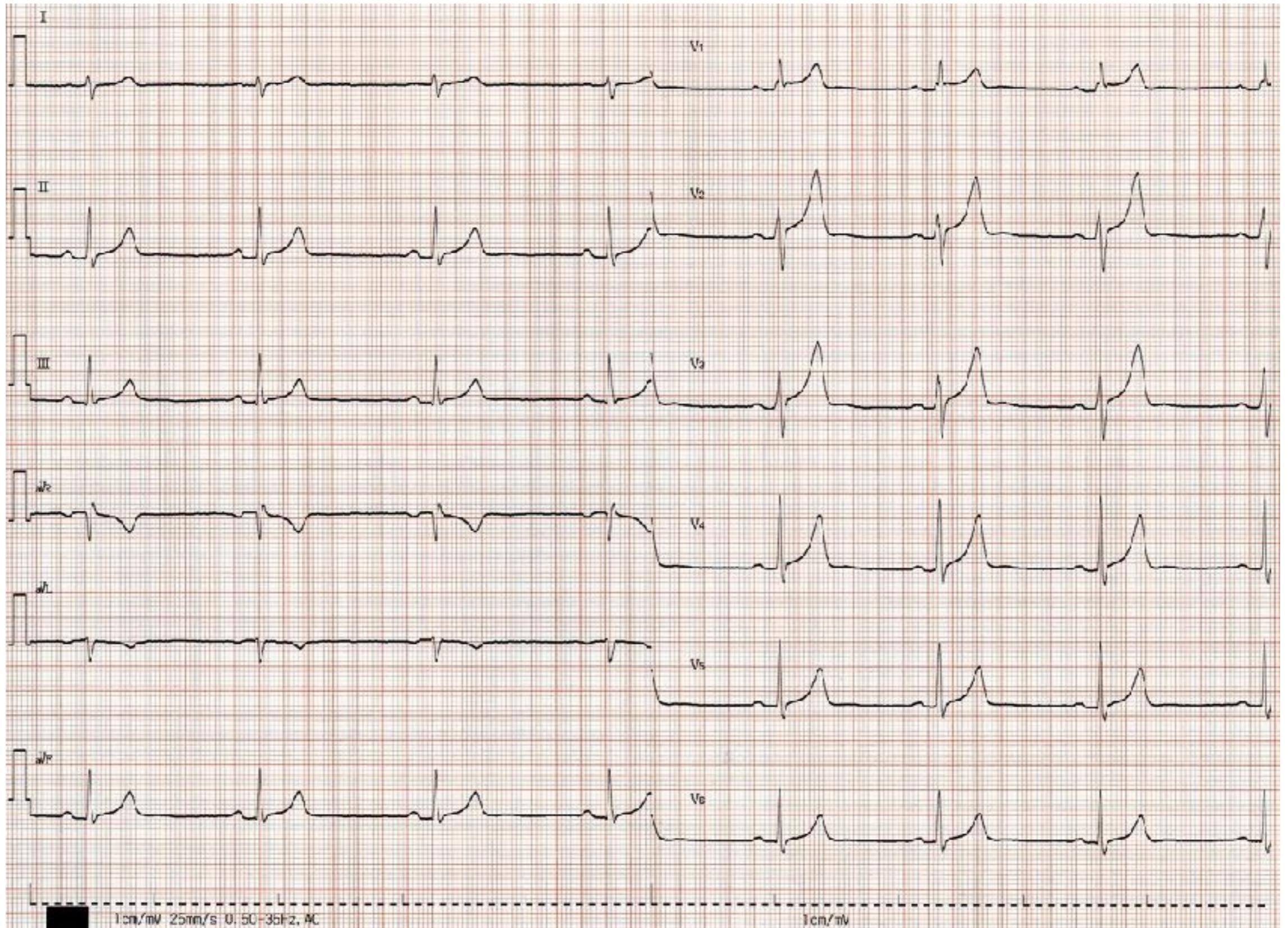
# ST上昇

- J点で判定
- 早期再分極
- V1-3のST上昇は3mmまでは正常

# 早期再分極



# V1-3のST上昇



# T波

P波とほとんど同じ

向き	<p>I,IIで上向き、aVRで下向き</p> <p>V<sub>1</sub>：どちら向きでもOK</p> <p>V<sub>2-3</sub>：男は上向き、女はどちら向きでもOK</p> <p>V<sub>4-6</sub>：上向き</p>
高さ	<p>正常：R波の1/10以上</p> <p>tall T wave：16mm以上</p>

原則としてT波の異常は非特異的STT変化と診断する

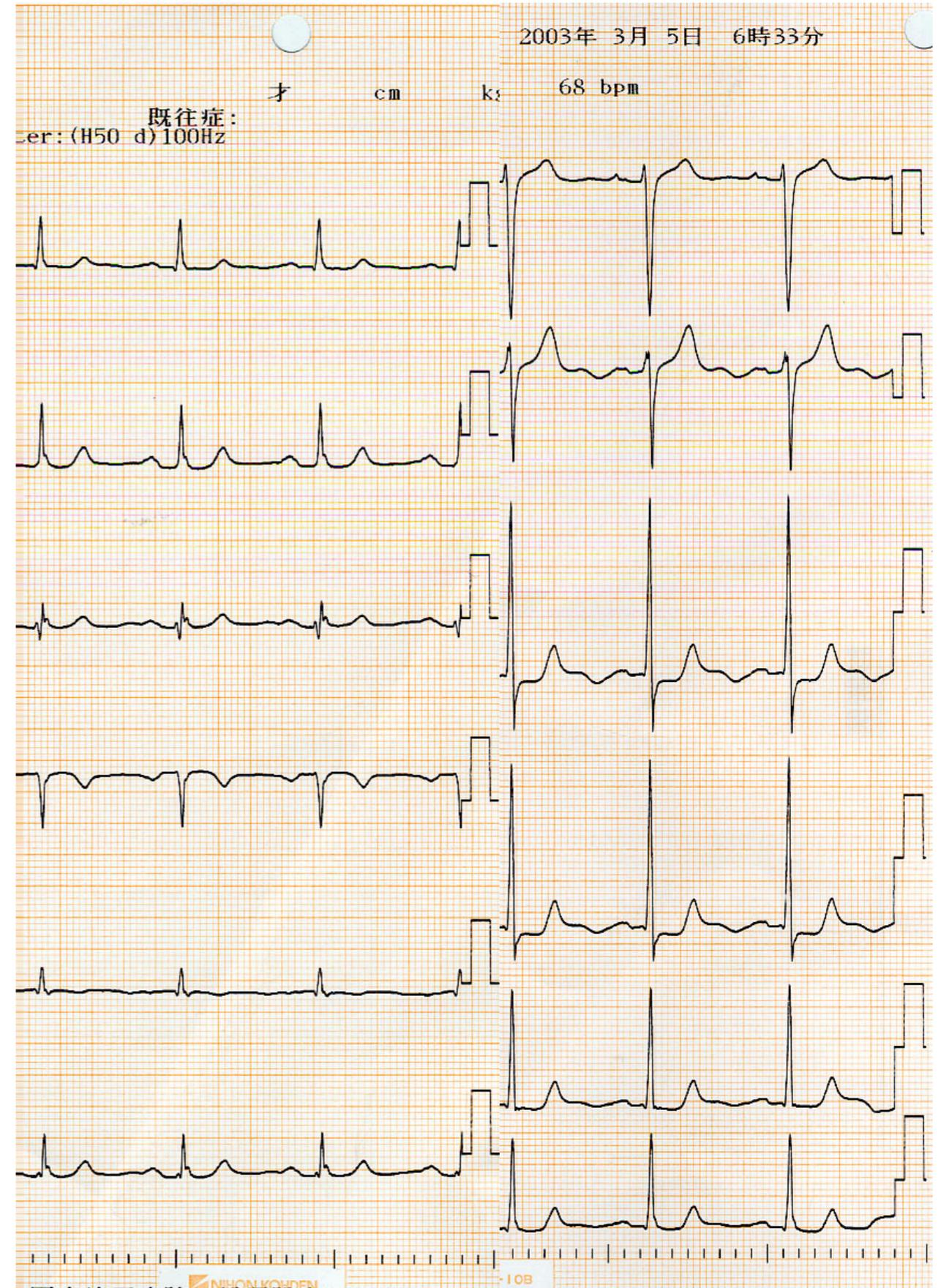
# 「心筋虚血」と「非特異的STT変化」

- あくまでも心電図診断上のはなし
- 「非特異的STT変化」でも本当は心筋虚血のこともあるし、「心筋虚血」でも実際は虚血でないことはいくらかでもある

# 無症状時

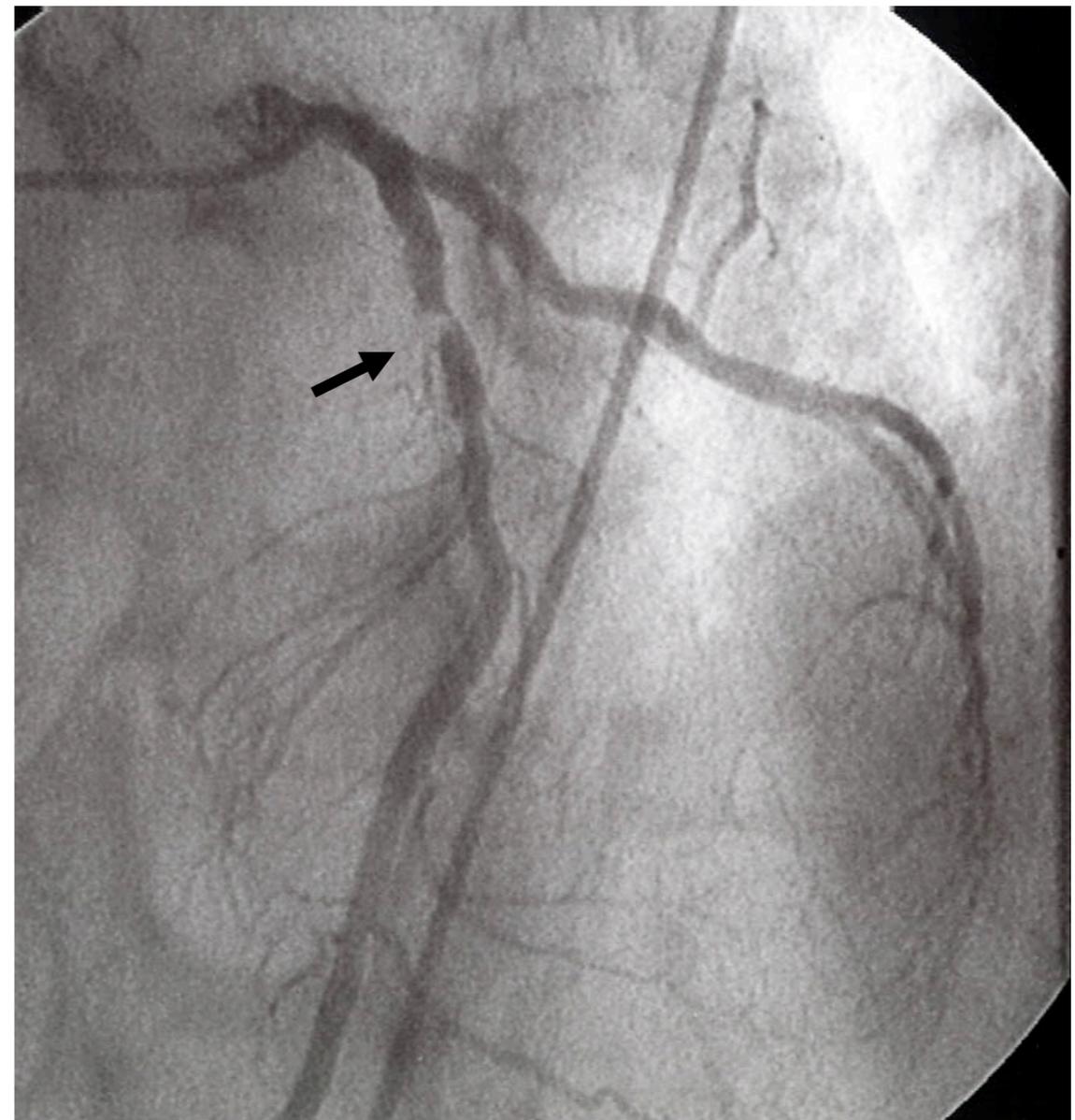
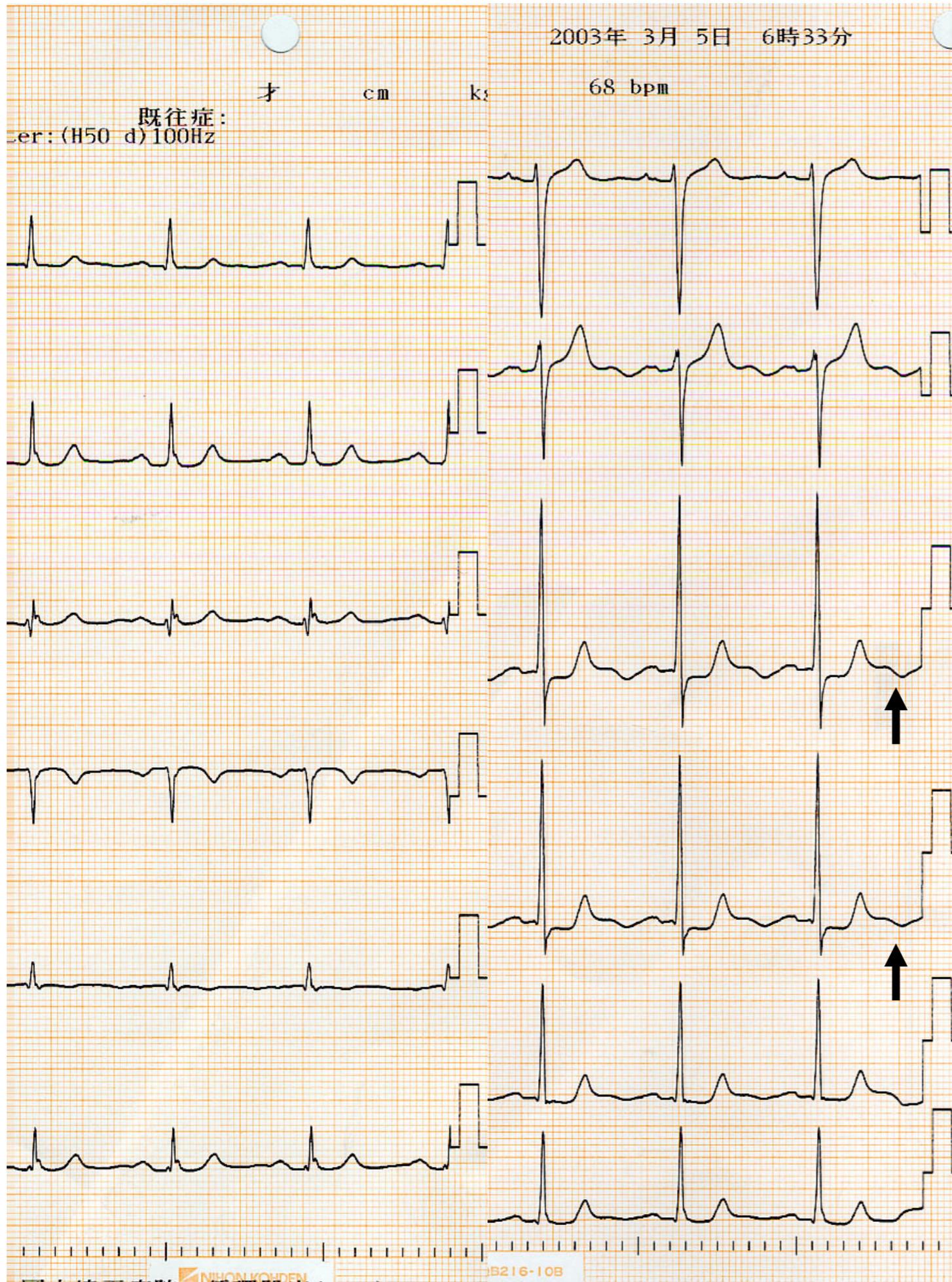


# 発作時



# 陰性U波

発作時に陰性U波が出現すると90%の確率でLAD(左前下行枝)に高度狭窄がある。ST低下より特異度(=信頼性)が高い。



# 心筋梗塞

- 心筋梗塞の見落としが最も罪深い

- 異常 Q波

- 心筋梗塞に特徴的なST・T変化



2つが揃った時のみ心筋梗塞と診断できる

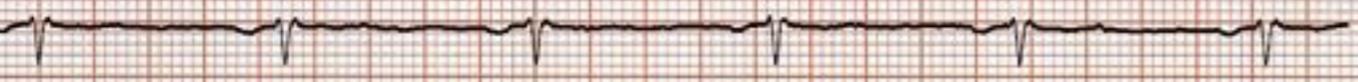
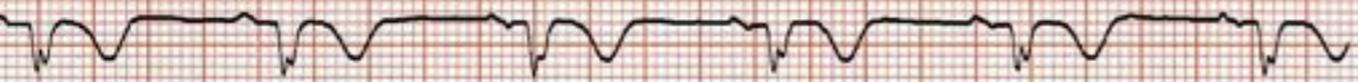
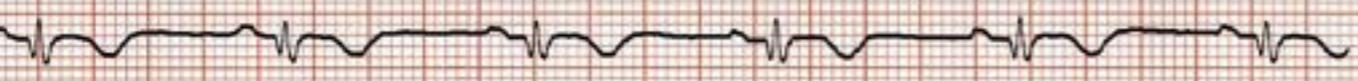
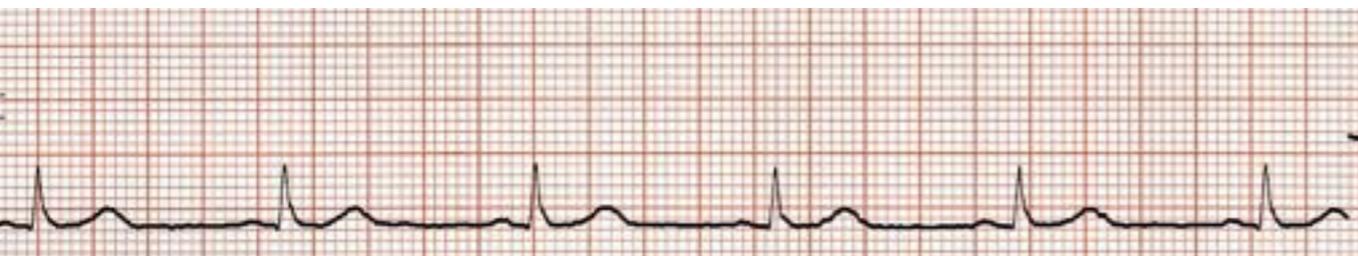
- 異常Q波のみの時は心筋梗塞の疑い
- 異常Q波とは？

# 異常Q波とは

誘導	幅	深さ	Q/R 比
I, II, aVF	$\geq 0.04$ sec	$\geq 2$ mm	>25%
V <sub>1</sub> , V <sub>2</sub> , V <sub>3</sub>	まれな例外を除いて正常ではこれらの誘導にはQがない		
V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	$\geq 0.04$ sec	$\geq 2$ mm	>15%
aVL	$\geq 0.04$ sec	$\geq 2$ mm	>50%
III*	$\geq 0.04$ sec	$\geq 2$ mm <sup>†</sup>	>25%

\* 異常Q<sub>3</sub>は異常QaVFおよび多くは異常Q<sub>2</sub>を伴わない限り病的としない

† Q<sub>3</sub>は時に正常でも6mmに及ぶことがある



# よく見る不整脈

- 期外収縮・補充収縮
- 変行伝導
- 上室性頻拍 (AF/AFL, PSVT, AT)
- 房室ブロック
- 洞不全症候群
- 心室頻拍
  
- 心室内伝導障害 (RBBB, LBBB, LAH)

# 診断は？



# 期外収縮

- 定義：①正常な心周期より早く生じる
- ②異所性興奮
- 心室性
  - 心房性（上室性）

# 心室性期外収縮

VPC:ventricular premature contraction

- ①QRS波形が異なる (wide QRS)
- ②先行P波の欠如
- ③代償性休止期

- 逆行性Pがあることもある→このときは代償性休止期とならないので注意





# 心房性期外収縮

PAC; premature atrial contraction

## 上室性期外収縮

SVPC; supraventricular premature contraction

- ①QRS波形は正常洞調律と同じ narrow QRS
- ②先行する異所性P波（P'波）
- ③非代償性休止期

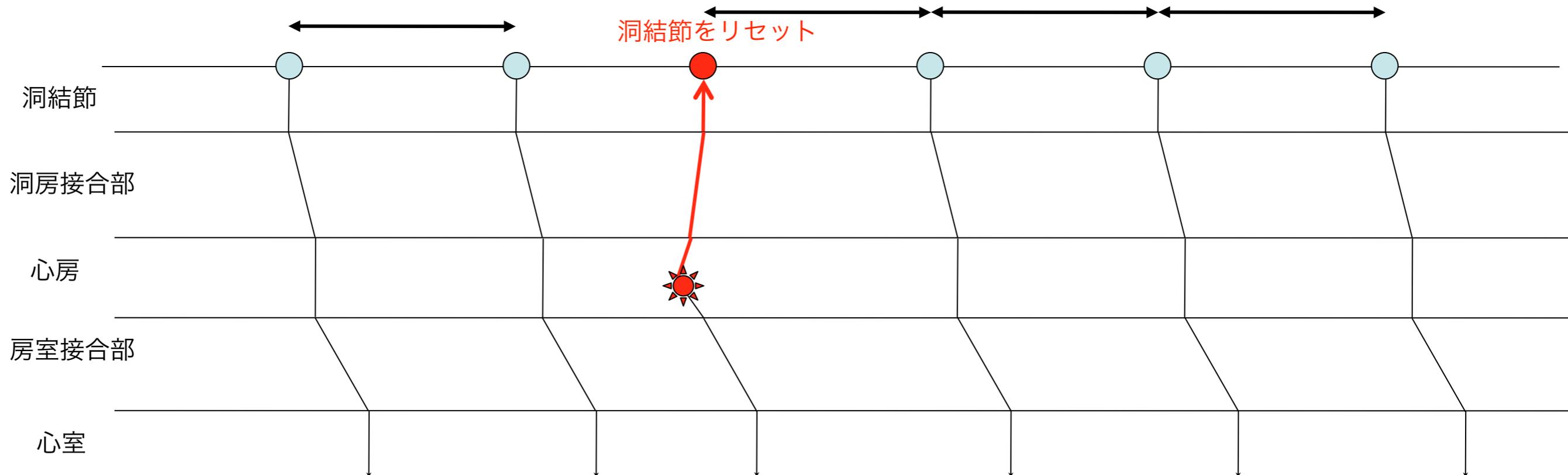
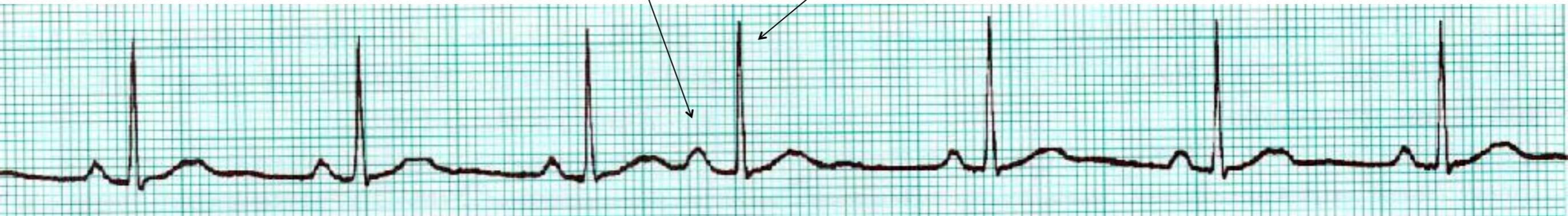
### 要注意

- 心室内変行伝導（一見VPC）
- 非伝導性心房性期外収縮（一見洞停止）

# 非代償性休止期

② 先行P'波

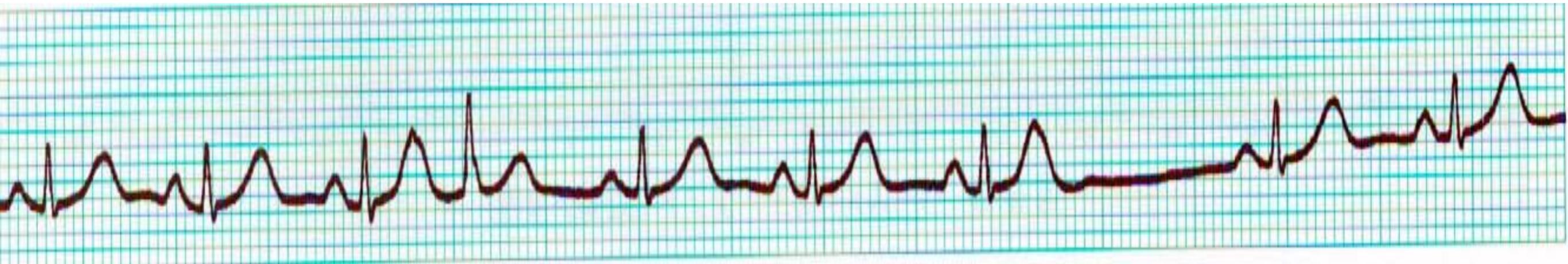
① 正常QRS波形

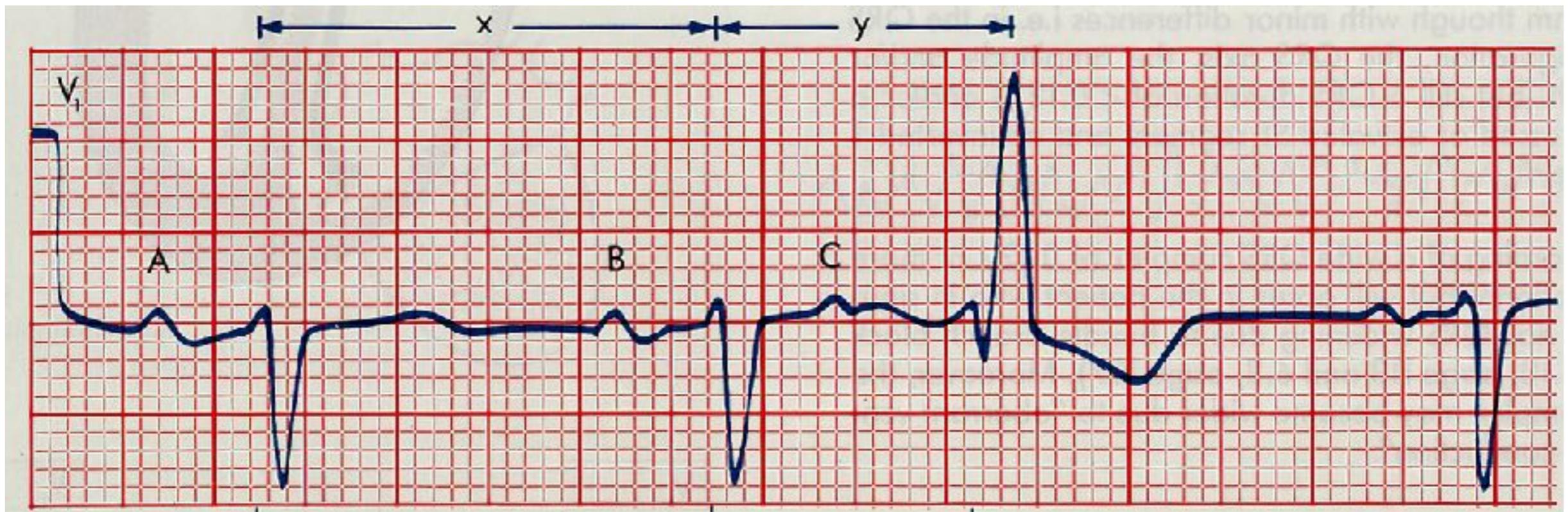


正常のP-P間隔の2倍にならない = ③ 非代償性休止期

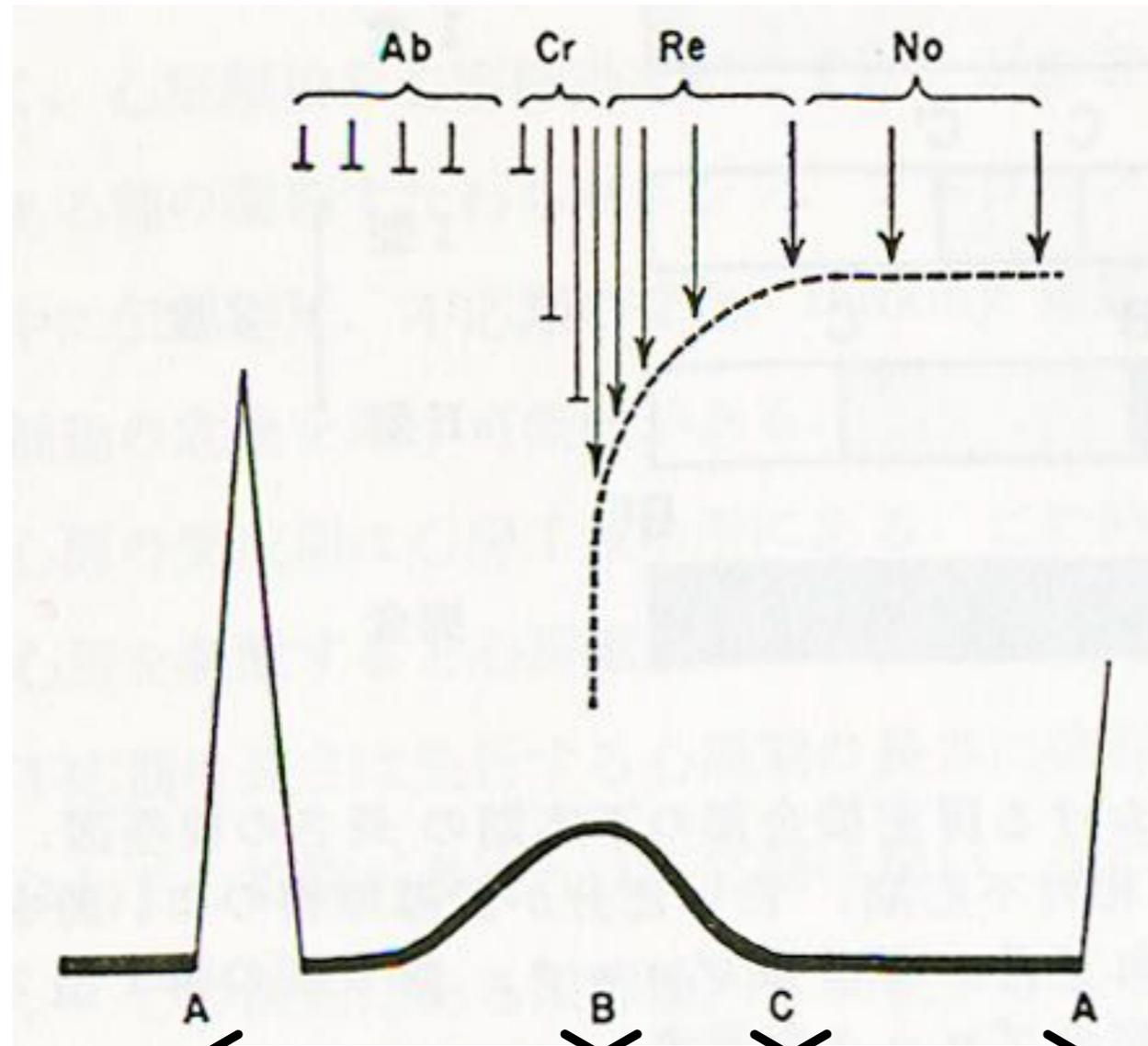
# VPCとPACの比較

	VPC	PAC
①QRS波形	Wide (異常)	Narrow (正常)
②先行P波	なし	あり
③代償性休止期	あり	なし
注意が必要	逆行性P波	変行伝導 非伝導性PAC





# 不応期



絶  
对  
不  
応  
期

相  
对  
不  
応  
期

非  
不  
応  
期

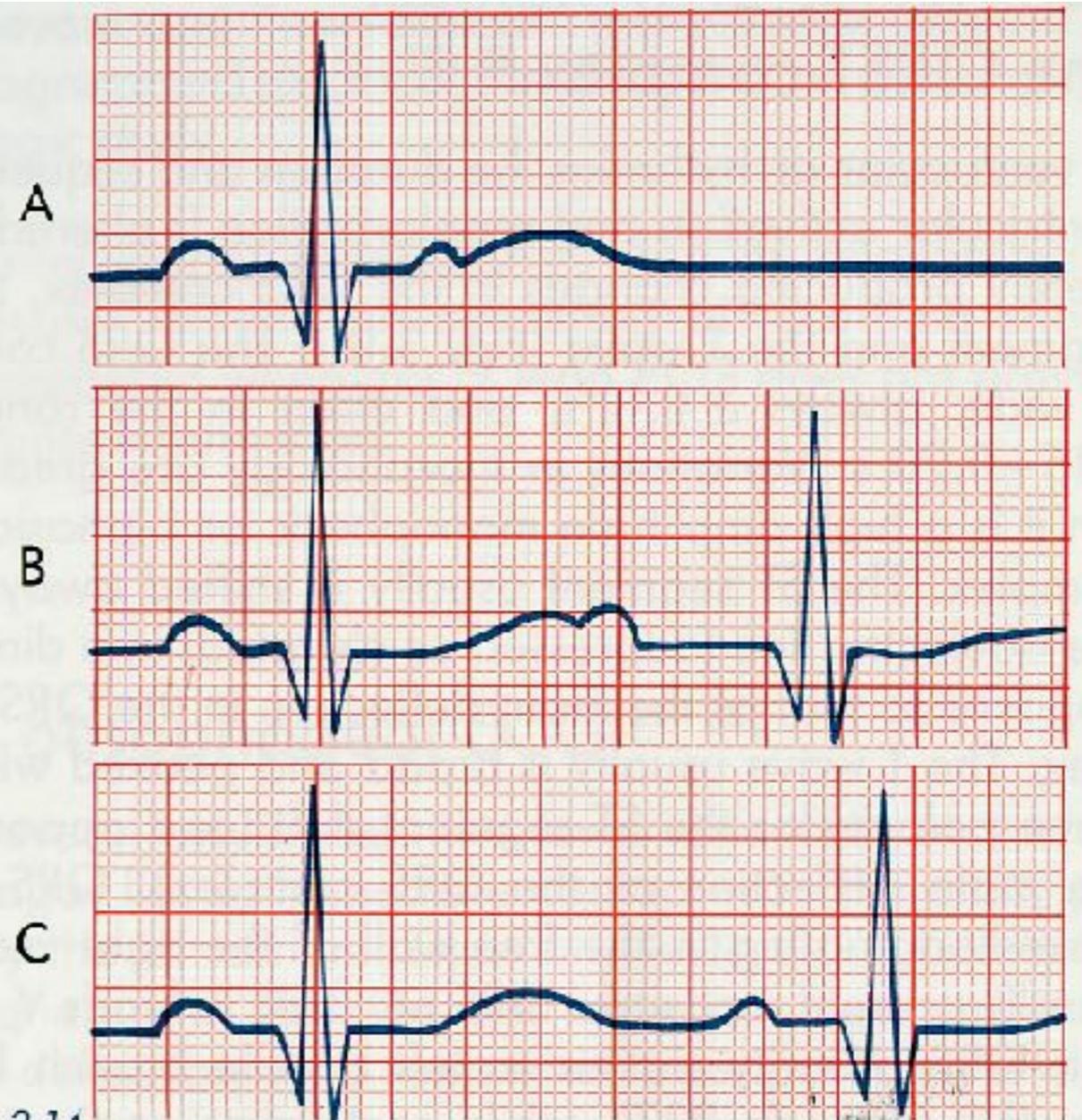


Fig. 3.14

The refractory periods of the AV node

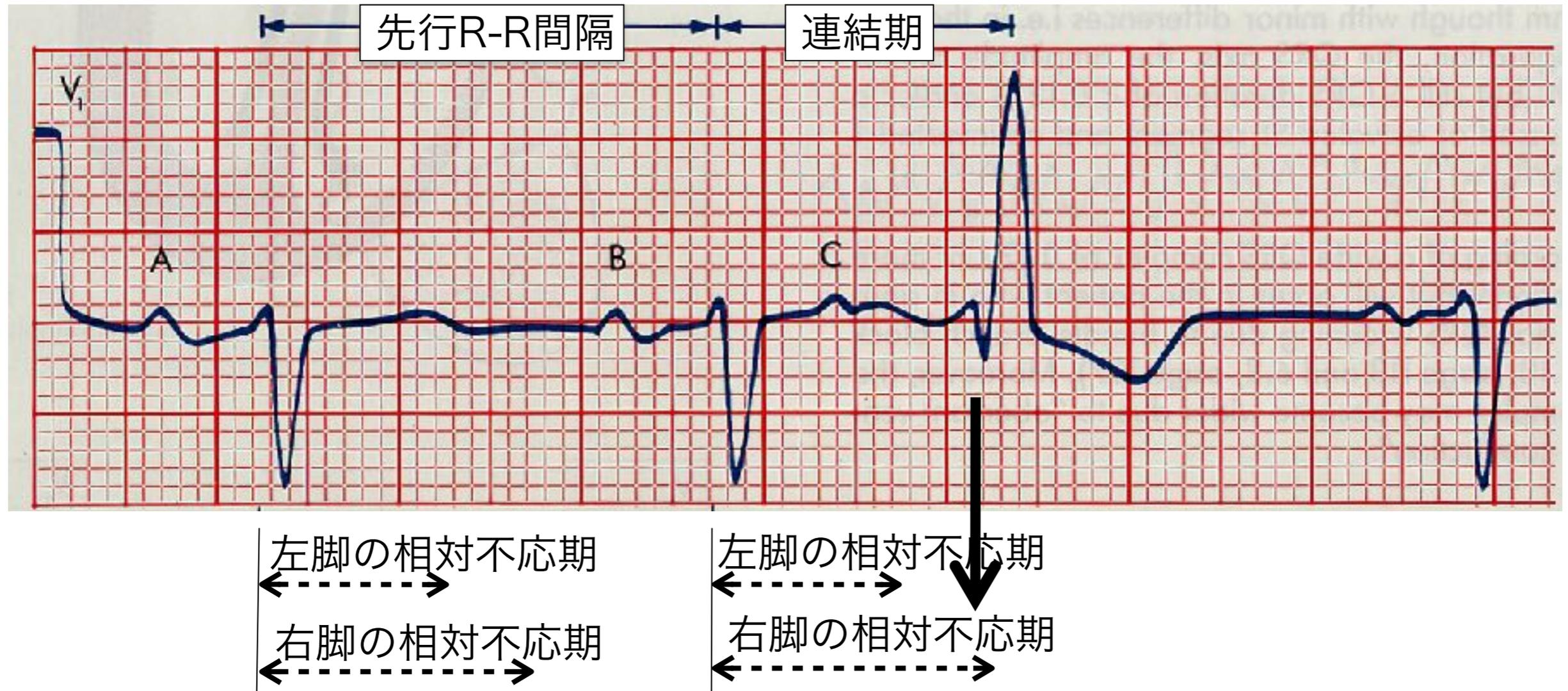
- A Premature activation of the atria during the absolute refractory period of the AV node; the P wave of the atrial extrasystole is not AV conducted and, thus, not followed by any QRS complex.
- B Premature activation of the atria during the relative refractory period of the AV node. The P wave of the atrial extrasystole is AV conducted but the PR interval is prolonged due to slow AV conduction.
- C Premature activation of the atria following full recovery of the AV node; the P wave of the atrial extrasystole is followed by a QRS complex after a normal PR interval.

# 変行伝導

刺激が伝導系の不応期にぶつかることで生じる生理的な伝導障害

不応期の持続時間は先行R-R  
間隔が長いほど長くなる

連結期が短いほど、不応期  
に当たる可能性が高くなる



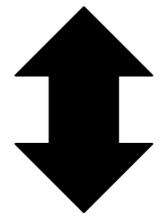
- 1.長い先行R-Rに続く短い連結期
- 2.右脚ブロック型
- 3.初期ベクトルが同じ (波形の始まりが正常QRSと同じ向き)

# 補充収縮

- 正常な心周期より長い休止期に続いて起こる異所性収縮
- 房室接合部性のものが多いが心室性のものもある
- 長い休止期に続くことを除けば、房室接合部性期外収縮あるいは心室性期外収縮と同じ特徴を持つ

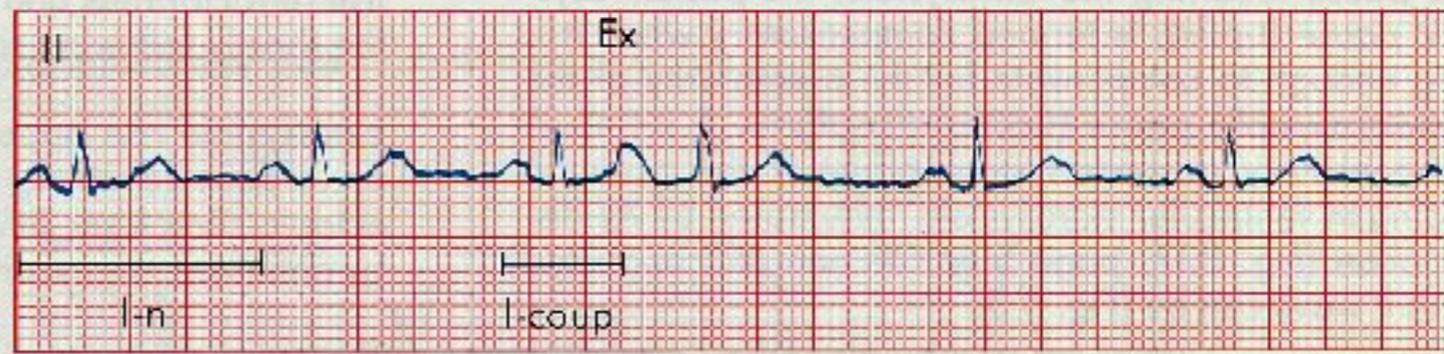
# 期外収縮

正常な心周期より早期  
に生じる異所性収縮  
(早く出る)

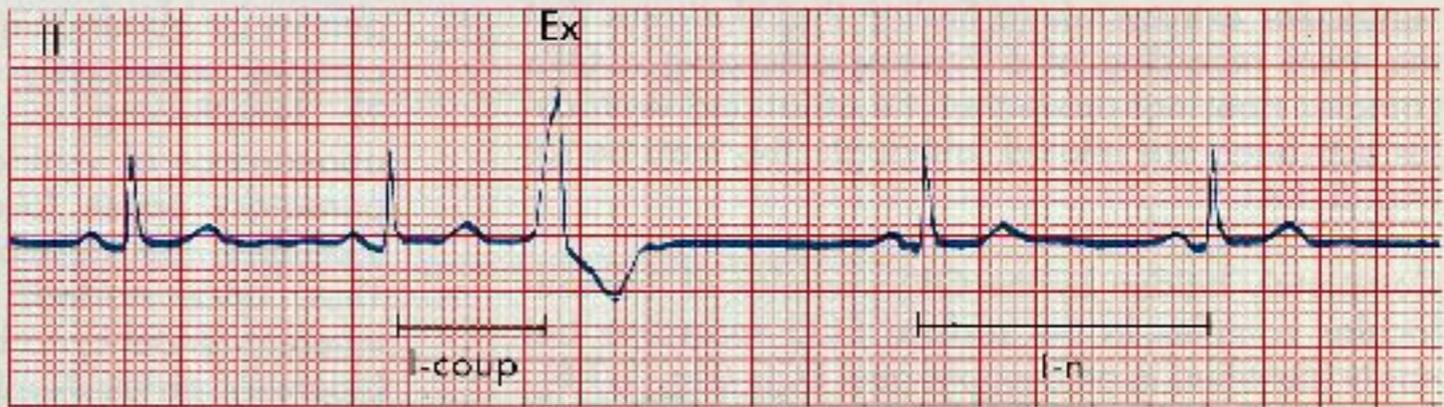


# 補充収縮

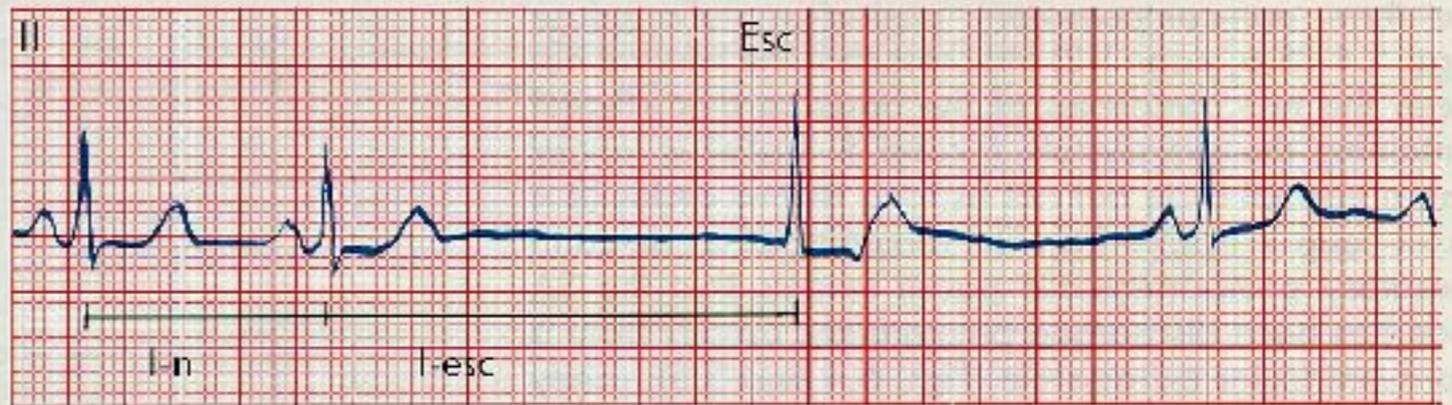
正常な心周期より長い  
休止期に続いて起こる異  
所性収縮 (遅く出る)



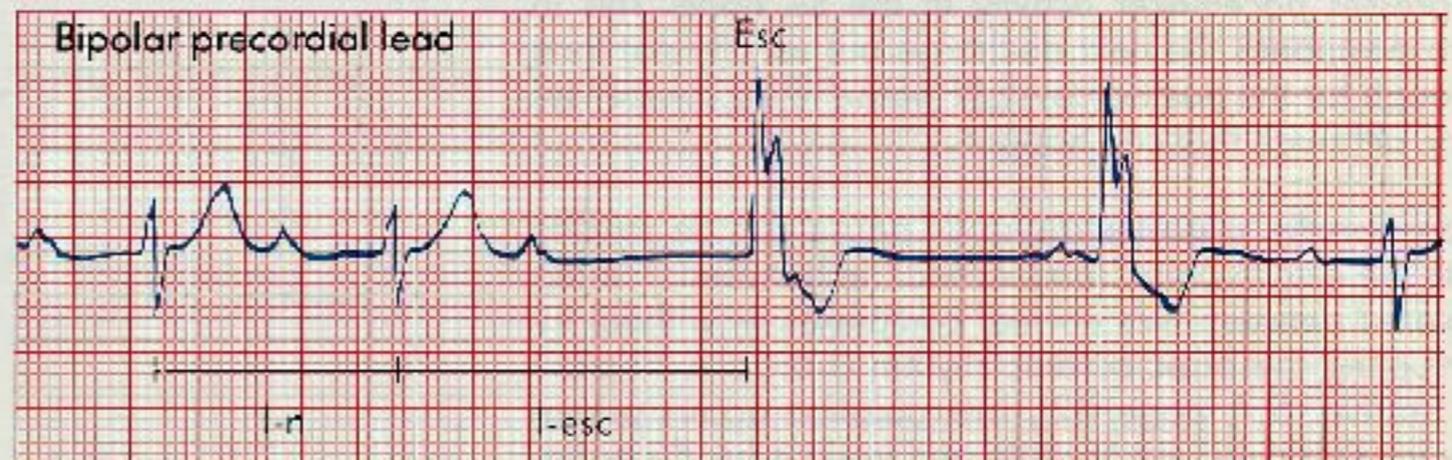
A. Supraventricular extrasystole



B. Ventricular extrasystole

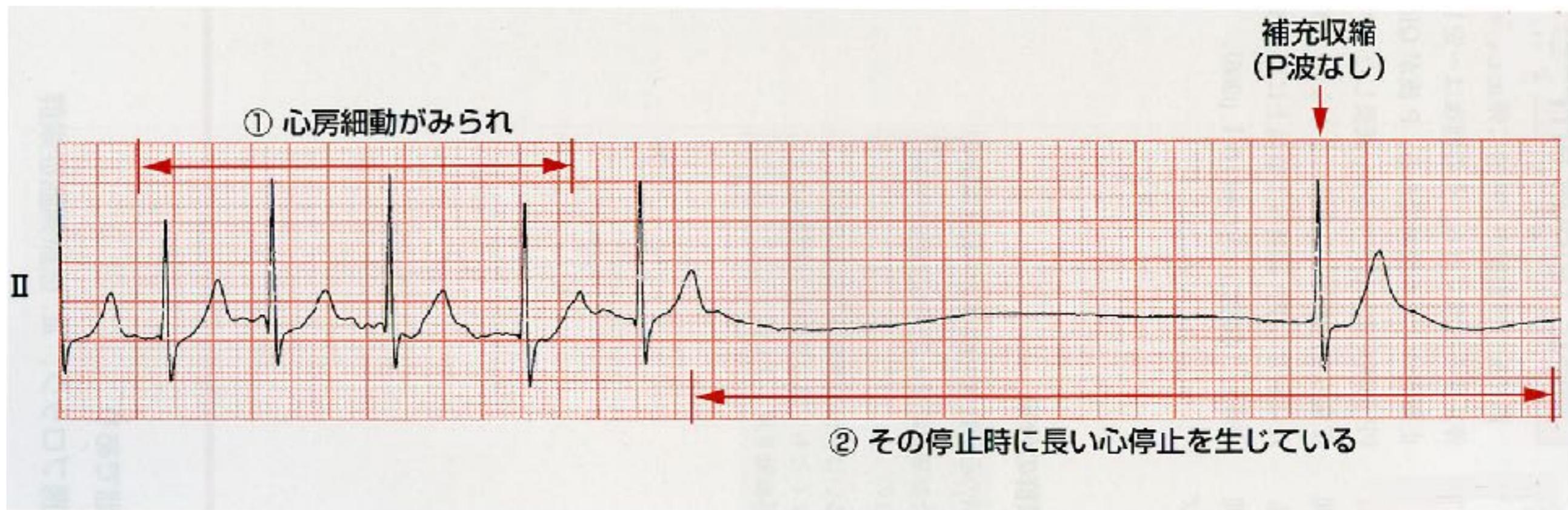


A. AV nodal escape



B. Ventricular escape

# 補充収縮 (房室接合部性)



# 補充調律

- 補充収縮が2発以上続くもの
- 収縮：1拍だけ出現したもの (beat)
- 調律：2拍以上連続して出現するもの (rhythm)

## 心室性補充調律



くれぐれもVTと早合点しないように

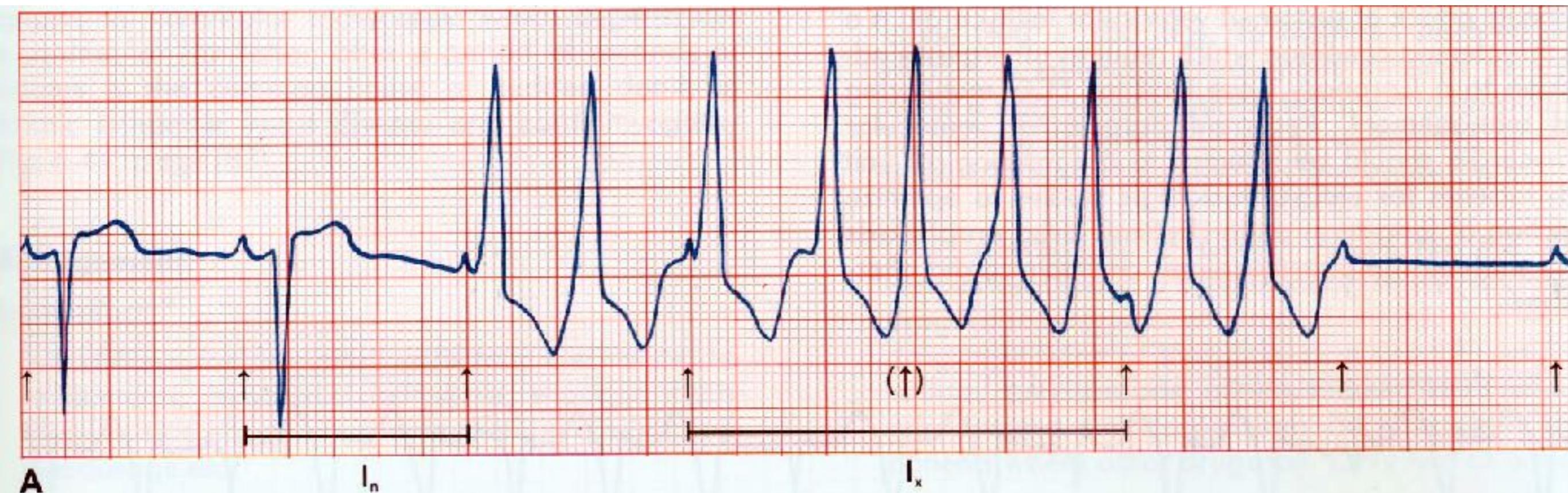
# 心室頻拍 (VT)

3連発以上のVPCでHR $\geq$ 100をVTと定義

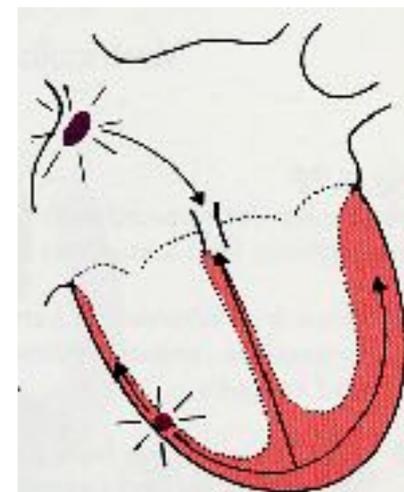
## 心電図の特徴

- ① Wide QRS
- ② 房室解離
- ③ 融合収縮、心室捕捉

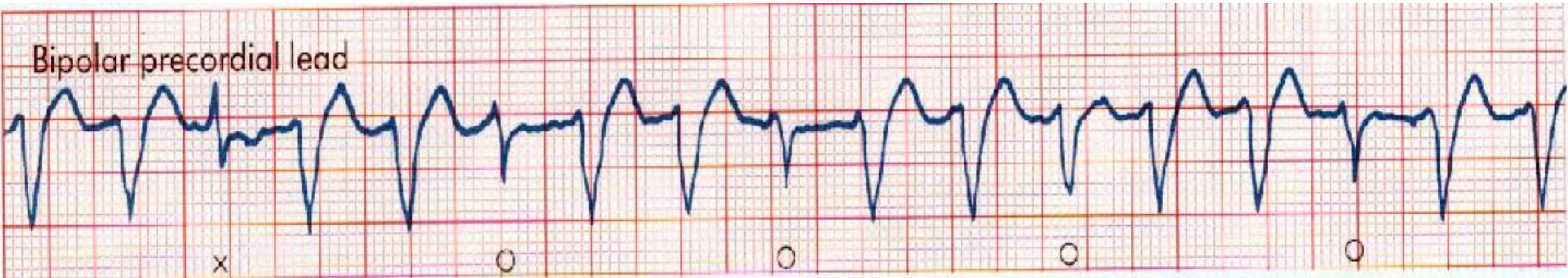
# 房室解離



P-P間隔を測定すると・・・

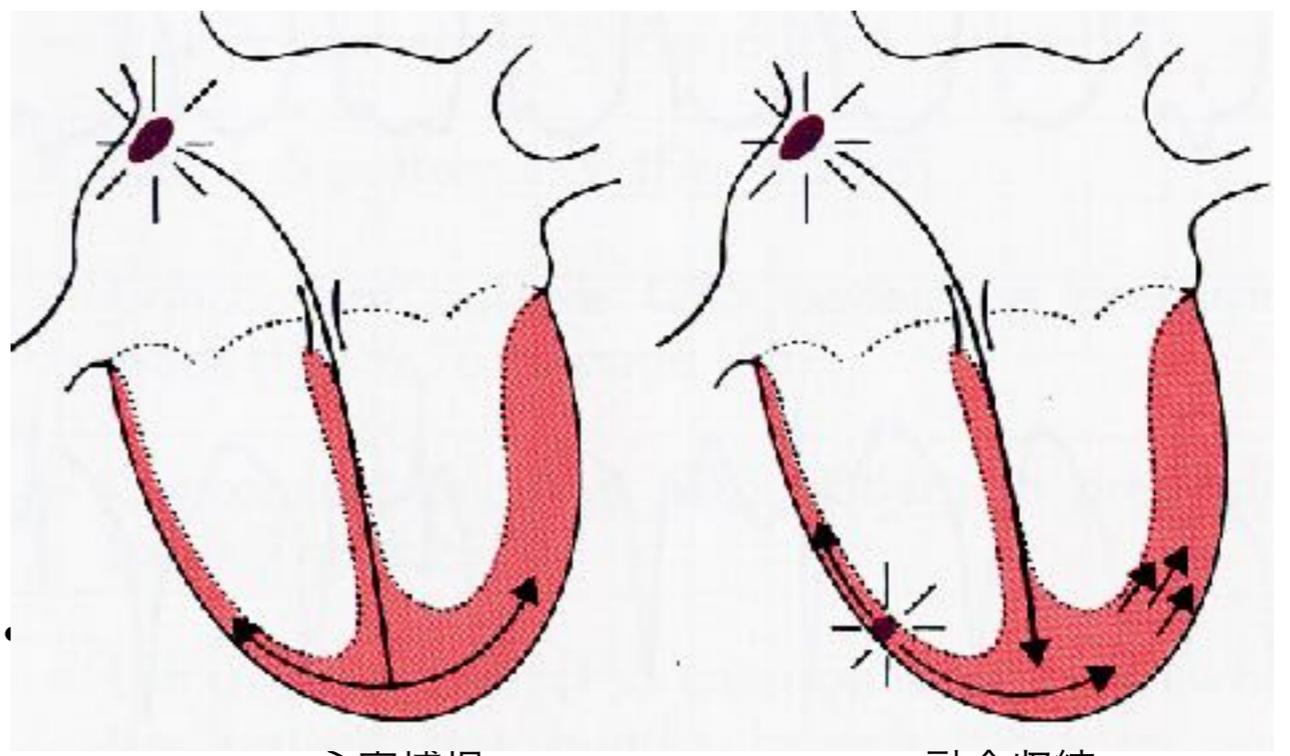


# 融合収縮・心室補足



x  
↑  
融合収縮      融合収縮      融合収縮      融合収縮

心室捕捉  
(正常のQRS)



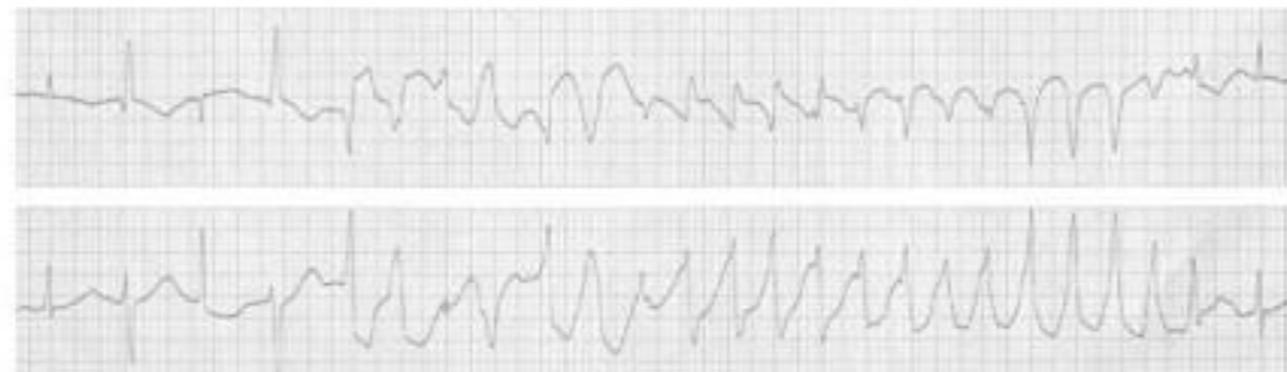
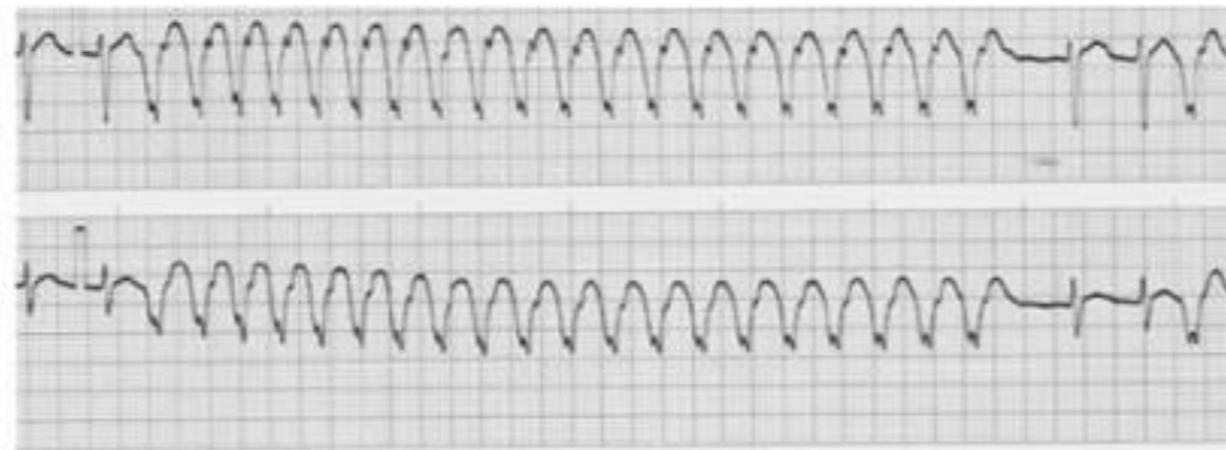
心室捕捉      融合収縮

R-R間隔を測定すると・・・

# 心室頻拍の種類

非持続性 (non-sustained)	持続時間 < 30秒
持続性 (sustained)	持続時間 $\geq$ 30秒

単形性 (monomorphic)	QRS波形が一定でHRが一定
多形性 (polymorphic)	QRS波形が刻一刻と変化

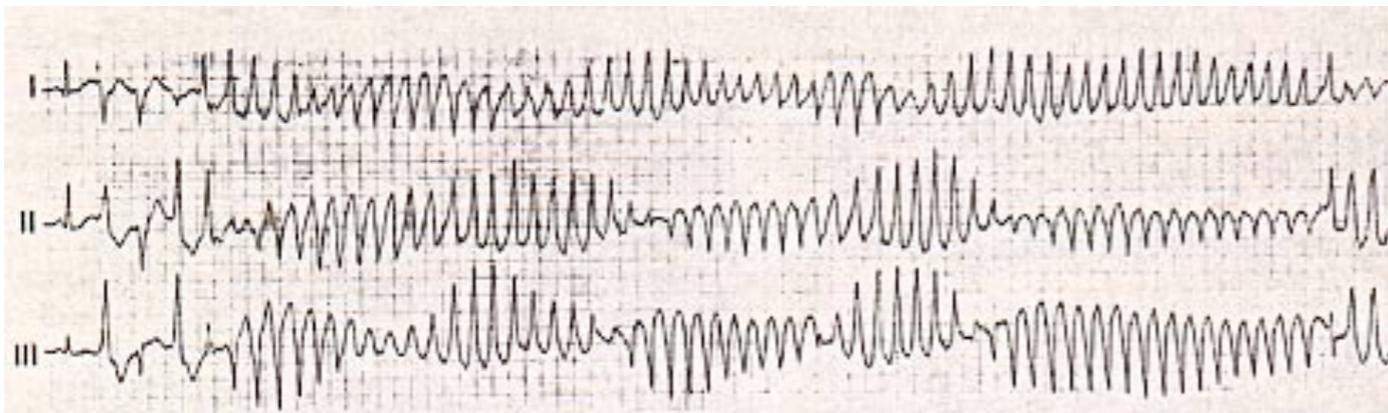


- Torsade de Pointes=QT延長時に見られる多形性心室頻拍

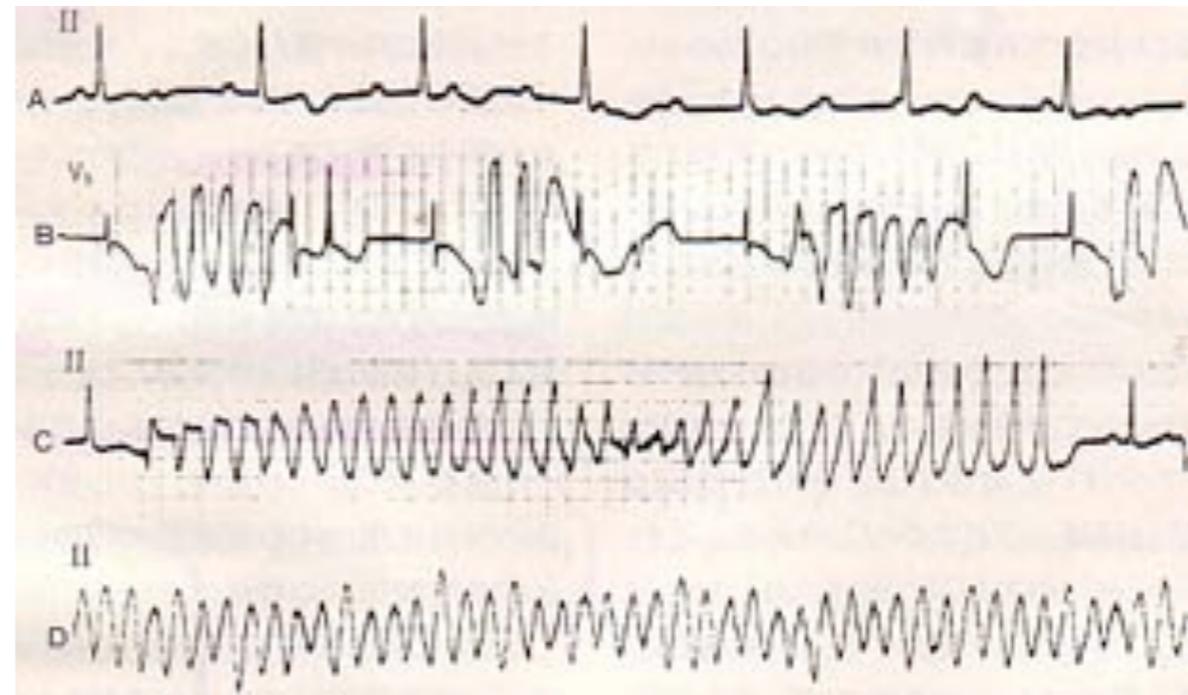
# Torsade de Pointes (TdP)

(トルサードゥ・トゥ・ポワントゥ)

- ①QT延長をベースに生じる多形性心室頻拍の一つ
- ②QRSの極性が徐々に変化する特徴を有す



Torsade de pointes : 心室波の振幅が規則的に変動している。これはQRS軸がtwist しているためである。(Kirkler,D.M.,Curry,V.L.:Br.Heart J.38:117,1976)



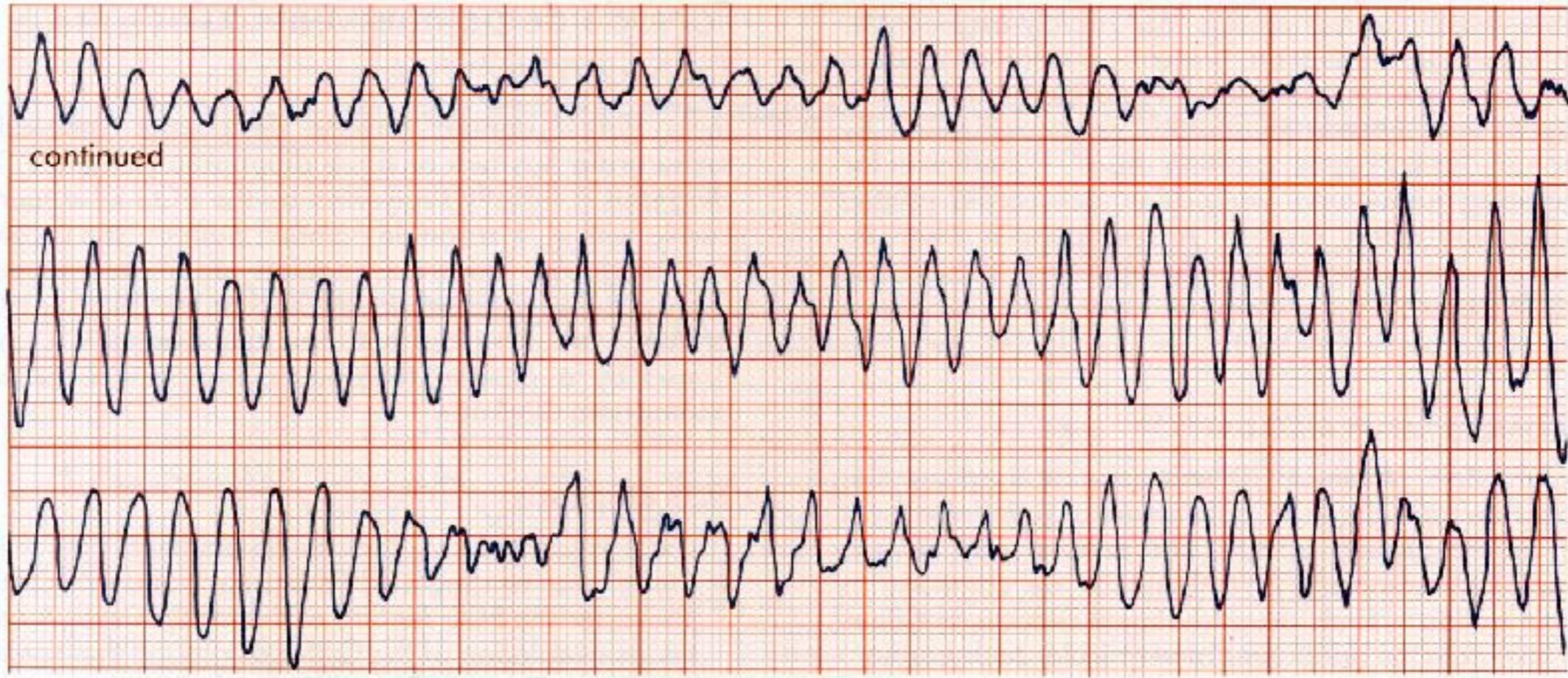
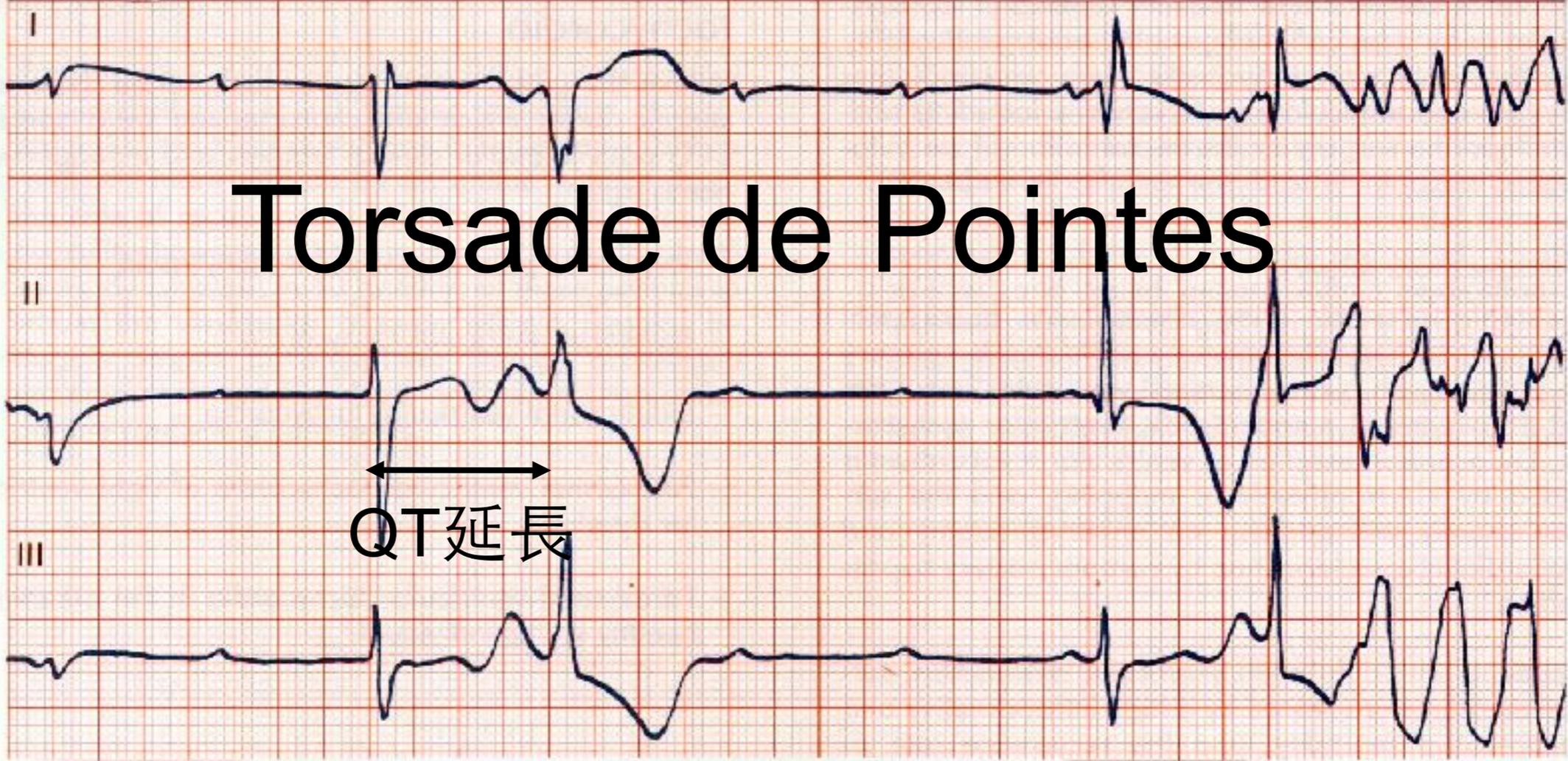
A:3度房室ブロック

B : 多形性心室頻拍のshort run

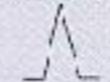
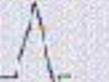
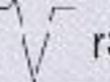
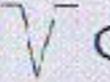
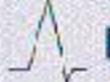
C: Torsade de pointes

D: 心室細動

# Torsade de Pointes

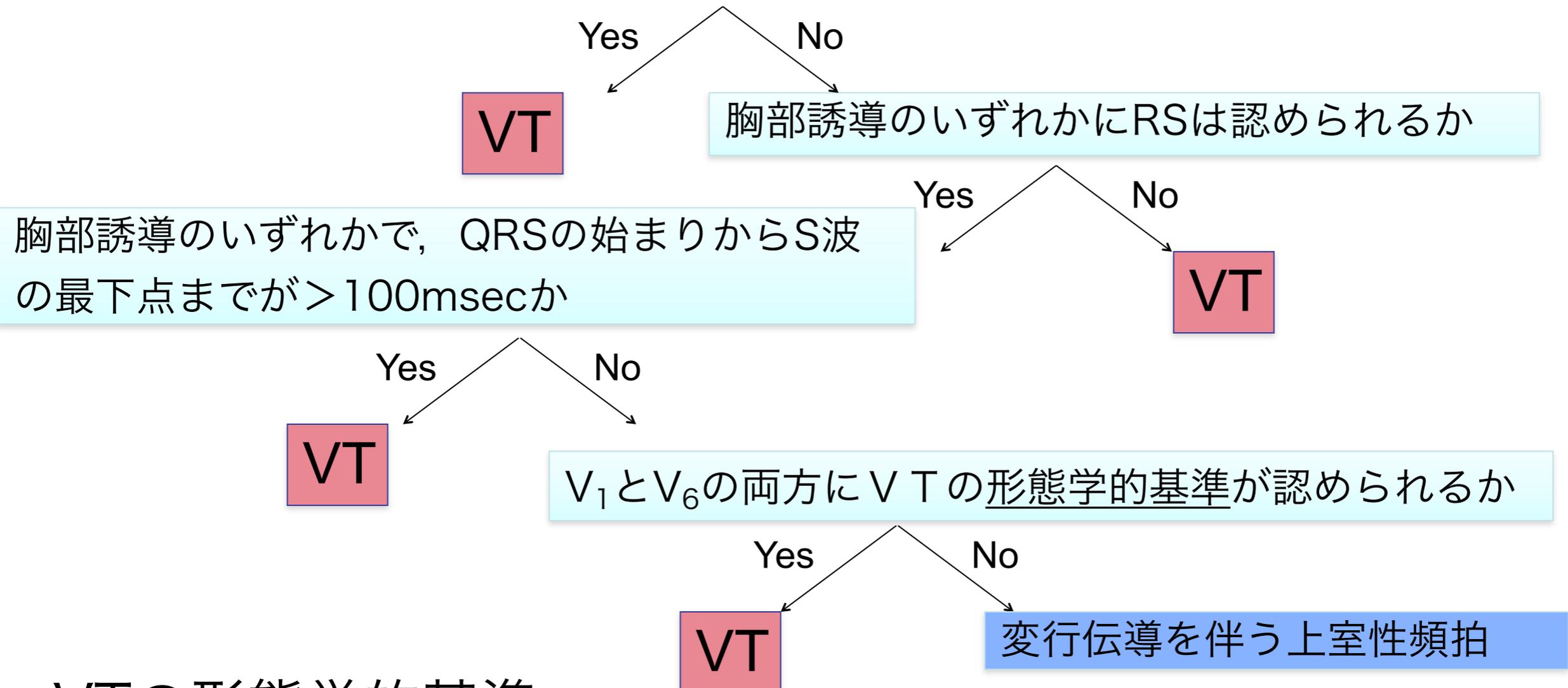


# Wide QRSの鑑別

		心室頻拍 (VT)	脚ブロック・変行伝導を伴う上室頻拍
QRS幅		しばしば >0.14秒	≦0.14秒が多い
胸部誘導にR (r) S型のQRS波形		全くみられないことがある	認められる
胸部誘導にH (r) S型のQRS波形がある場合 R波の始まりからSの谷間までの時間		>0.10秒のことがある	ほとんどが≦0.10秒
左軸偏位 < -30度		しばしばみられる	少ない
左脚ブロック + 右軸偏位		みられればほとんどが心室頻拍	極めて稀
右脚ブロック波形	V1	单相性  Taller left rabbit ear  2相性 qR  RS 	3相性 rsR  rR 
	V6	 rS  QS           R/S < 1	 Rs  qRs           R/S > 1
左脚ブロック波形	V1の始まりからS谷まで	>0.07秒のことがある	ほとんどが≦0.07秒
	V1,2のS波のノッチ	 あり	 なし

# 改訂Brugada 基準

房室解離は認められるか (独立したP/QRS, 捕捉収縮, 融合収縮)

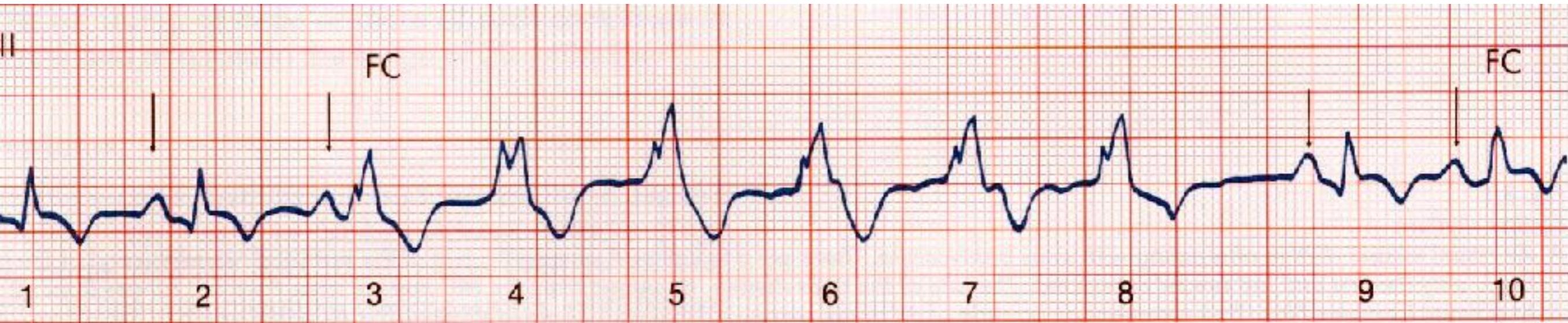


## VTの形態学的基準

	V1	V6
RBBB型	单相性R or QR or RS	R/S<1 or 单相性R or QR
LBBB型	幅 > 30msecのRまたは幅 > 60msecのRS	QR or QS

# 促進性固有心室調律

accelerated idioventricular rhythm; AIVR



- ①slow VTと表現されることが多い（俗称であり本当は誤り）
- ②HR<100であること以外は、VTの特徴を備えている
- ③治療の対象とならない

# VTは危険か？

MI患者533名の経過観察中の死亡と生前のホルター心電図を対比→VTのある患者で心血管死亡特に突然死が多かった (Am. Heart J.1984;108:1221)

他にも同様の研究あり

→「VTは突然死につながる」イメージ

これらの研究で対象となった患者は

- 心筋梗塞患者
- 左心機能低下 (EF<40%)

→偶然見つけたVTの患者とは明らかに異なる

# 器質的心疾患がある人にはVTが多い

患者背景	検出率	出典
冠動脈造影正常例	0%	Am J Cardiol 1982; 50:23 <sup>14)</sup>
中年男性	3.2%	Am J Cardiol 1969; 24: 629 <sup>15)</sup>
健康女性	1%	Am J Cardiol 1984; 54: 582 <sup>16)</sup>
健康陸上選手	1%	Am J Cardiol 1983; 52: 859 <sup>17)</sup>
高齢者 (>80歳)	2%	Am J Cardiol 1986; 57: 398 <sup>18)</sup>
肥大型心筋症	19%	Circulation 1979; 59: 866 <sup>19)</sup>
	22%	Am J Cardiol 1986; 58: 615 <sup>20)</sup>
特発性拡張型心筋症	60%	Am J Cardiol 1983; 51: 507 <sup>21)</sup>
	46%	Am Heart J 1986; 112: 44 <sup>22)</sup>
	43%	Postgrad Med J 1986; 62: 593 <sup>23)</sup>
	42%	Am J Cardiol 1988; 61: 146 <sup>24)</sup>
心筋梗塞	8%	Am J Med 1975; 59: 6 <sup>25)</sup>
	19%	Circulation 1975; 52: 1006 <sup>26)</sup>
	7%	Circulation 1978; 57: 890 <sup>27)</sup>
	12%	Circulation 1981; 63: 64 <sup>28)</sup>
	12%	Am J Cardiol 1981; 48: 815 <sup>29)</sup>

# 非持続性VTと予後

心疾患		予後
心疾患なし		良好
虚血性心疾患	MI発症24時間以内	予後に影響しない
	MI発症24時間以降	予後不良
	左室駆出率 $\geq 40\%$	予後への影響不明
	左室駆出率 $< 40\%$	予後不良
DCM		独立した予後規定因子ではない
HOCM		若年者では予後不良
弁膜症、HT		予後への影響不明

# 房室ブロック

AV block; Atrioventricular Block

- 1度=全て伝導するが時間がかかる (PQ延長)
- 2度=時々伝導しないでQRSが脱落  
(Wenckebach型、Mobitz II型)  
2:1房室ブロック=ひとつおきにQRSが脱落  
高度房室ブロック=2:1より伝導率の低いブロック
- 3度=全く伝導しない

# 2度房室ブロック (Wenckebach型)

(一般的なわかりやすい説明)

PQ時間が次第に延長してQRSが脱落。その後短縮したPQ時間はまた延長し・・・



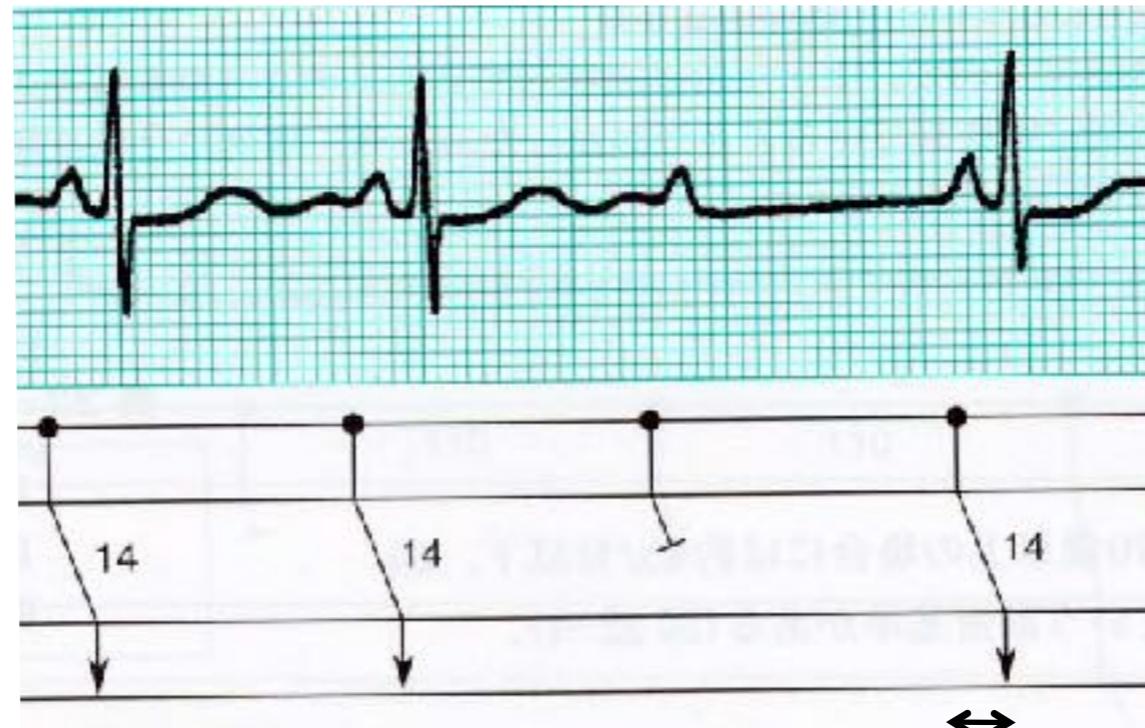
(厳密な説明)

ブロック直前のQRSのPQ時間が、直後のPQ時間より長い

# 2度房室ブロック (Mobitz II型)

(一般的なわかりやすい説明)

PQ時間の延長なく、突然QRSが脱落する



(厳密な説明)

ブロックされたQRSの前後の心拍 (少なくとも2拍続いて伝導されている) のPQ時間が一定のもの

# 3度房室ブロック

心房の興奮が全く心室に伝わらないもの



P-P間隔、P-Q間隔、R-R間隔を計ると・・・

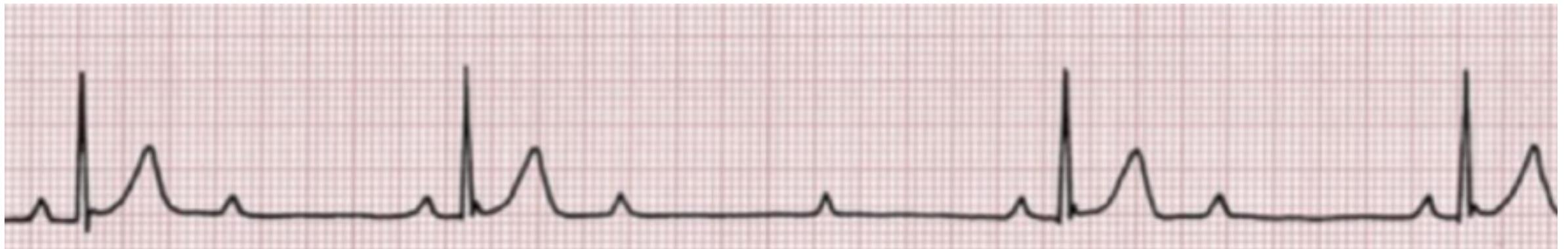
- ①PとQRSにつながりが全くない
- ②PとQRSはそれぞれ一定の間隔でうつ
- ③PP間隔よりRR間隔の方が長い

QRSは房室接合部由来 (narrow QRS) のこともあるし、心室由来 (wide QRS) のこともある (= 心室固有調律)

# 高度房室ブロック

advanced AV Block

房室伝導比が2：1より少ない2度房室ブロック



P-P間隔、P-Q間隔、R-R間隔を計ると・・・

- ①P波は一定の間隔で出現
- ②P波が2個以上連続して心室に伝導しない

# 2:1~4:1房室ブロック

