

心电图

(Electrocardiogram
, ECG)

第一节

临床心电学基本知识

一、心电图产生原理

心电图

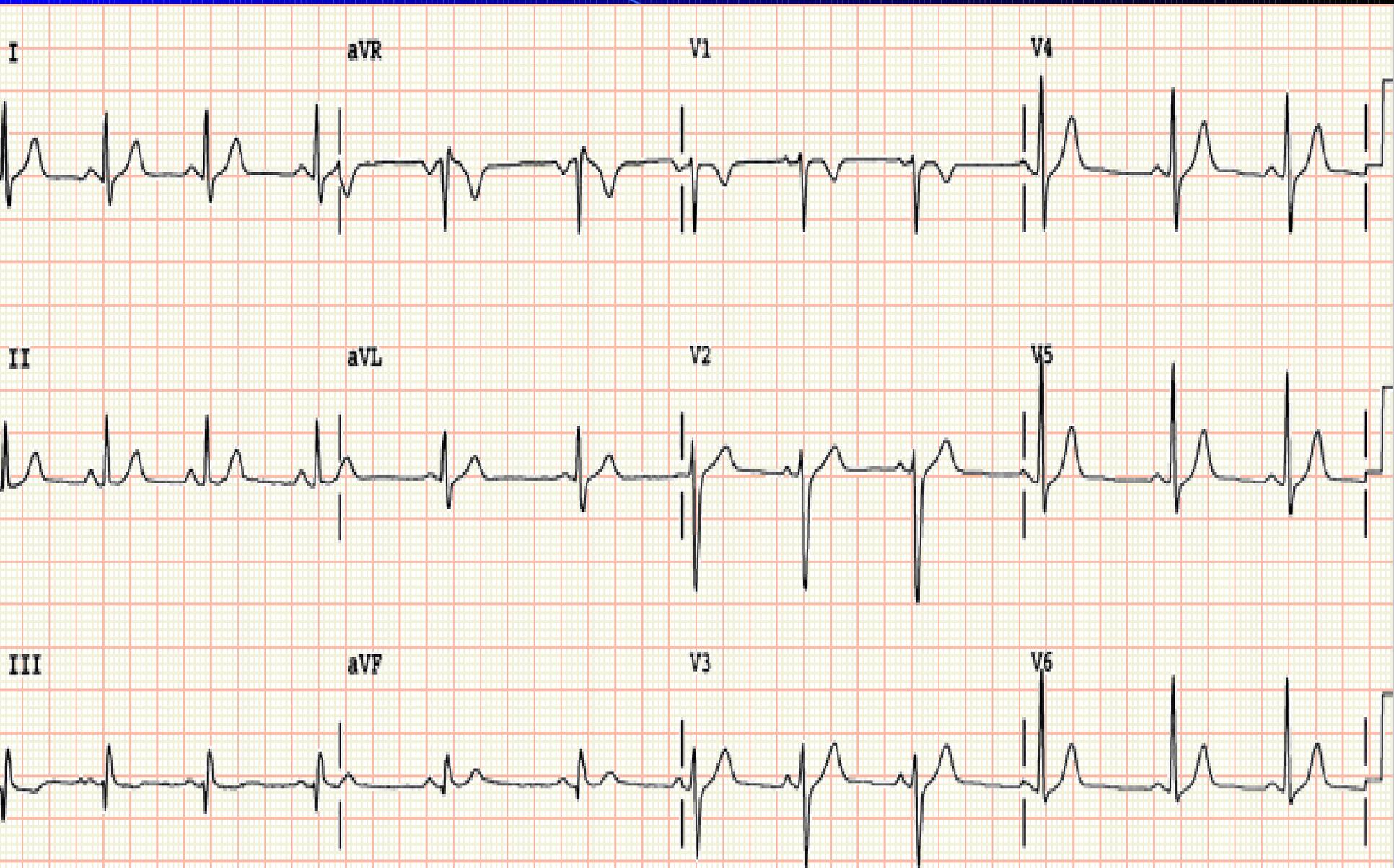
是利用心电图机从体表记

录心

脏每一心动周期所产生电活动变化

的曲线图形。

心电图示例

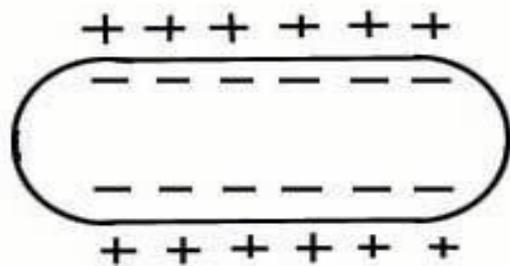


一、心肌细胞的电生理基础

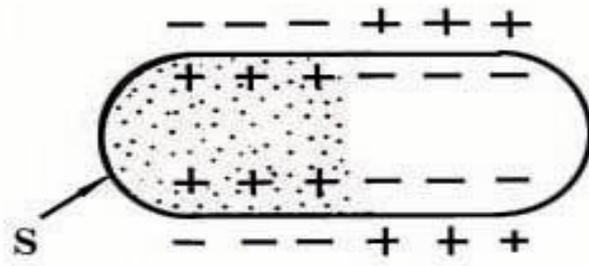
(一) 极化状态

(二) 除极

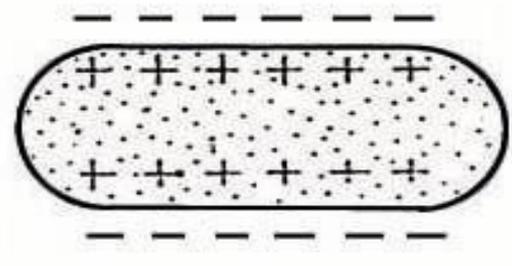
(三) 复极



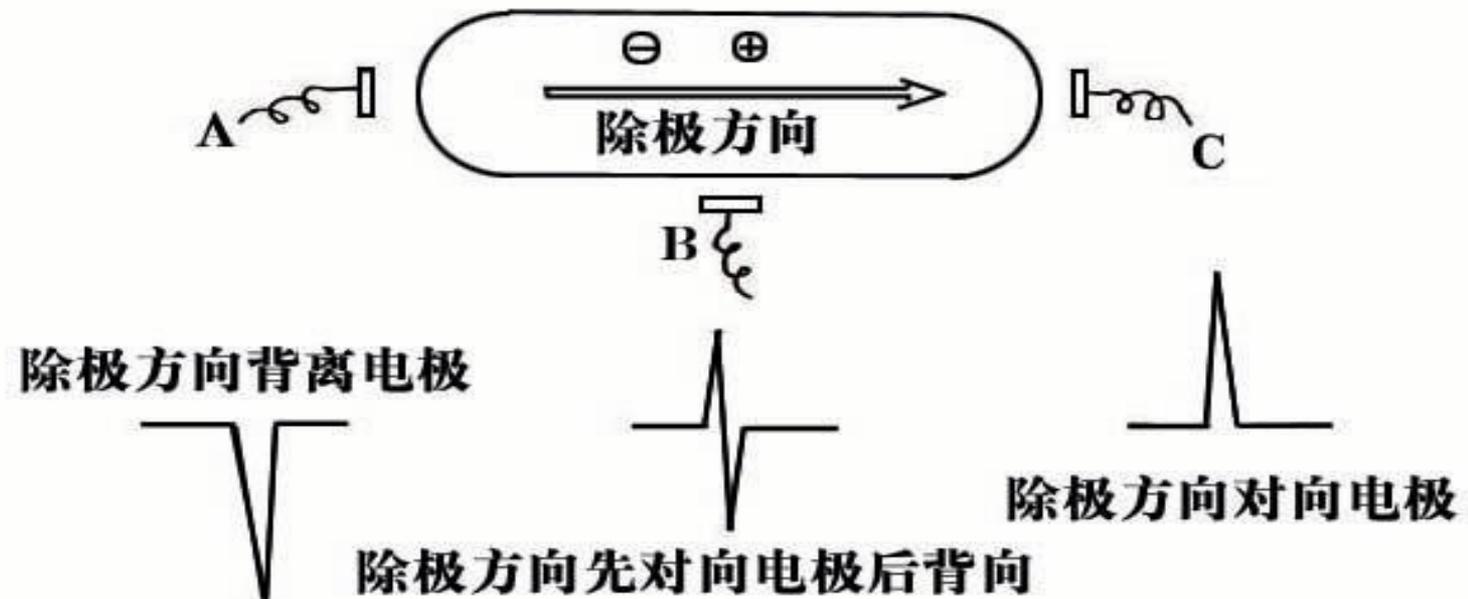
(1) 心肌细胞静止时



(2) 心肌细胞受刺激
(除极过程)



(3) 心肌细胞完成刺激
(除极状态)

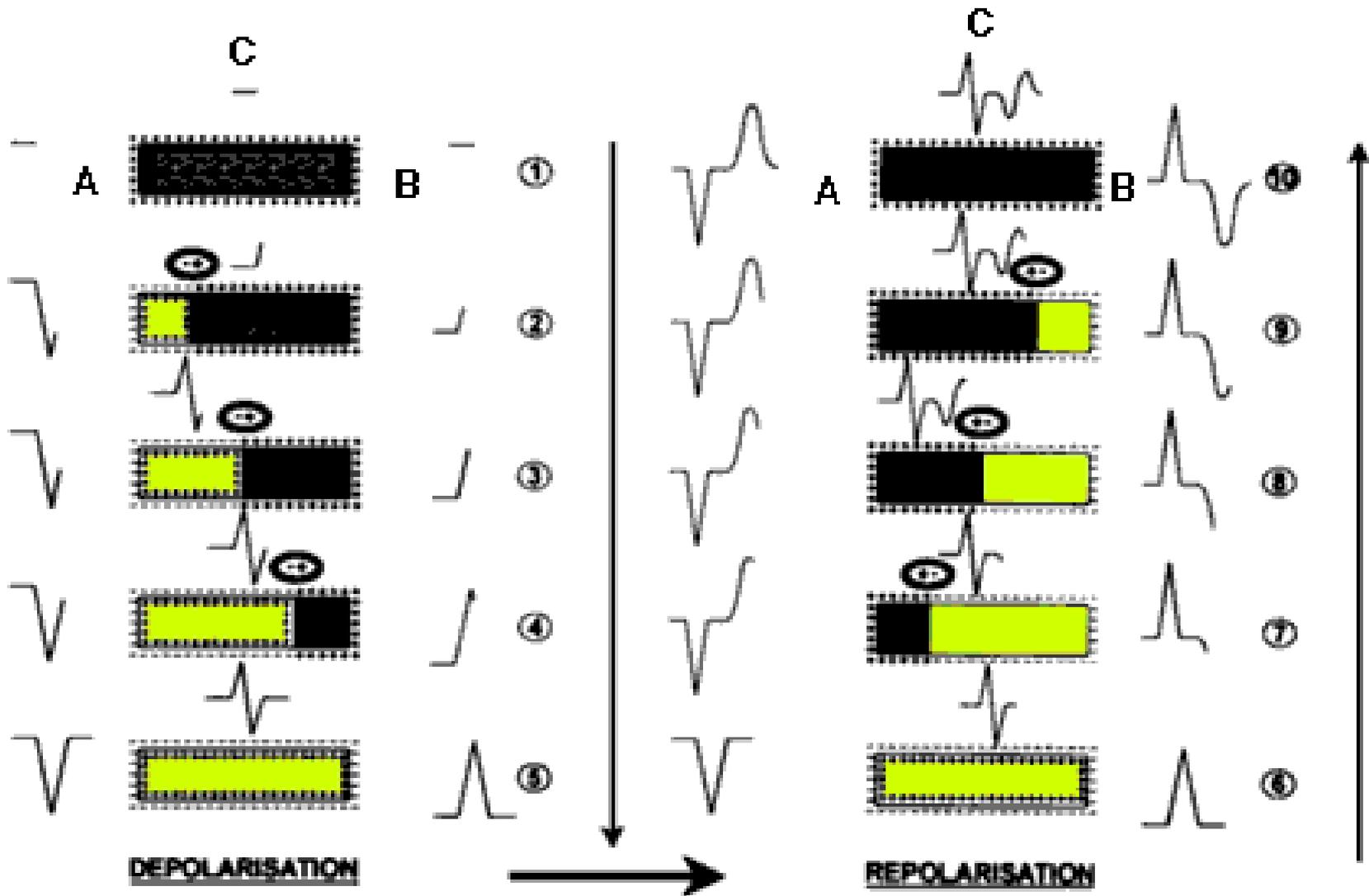


心肌细胞受刺激后的除极过程以及所产生电位与检测电极位置的关系



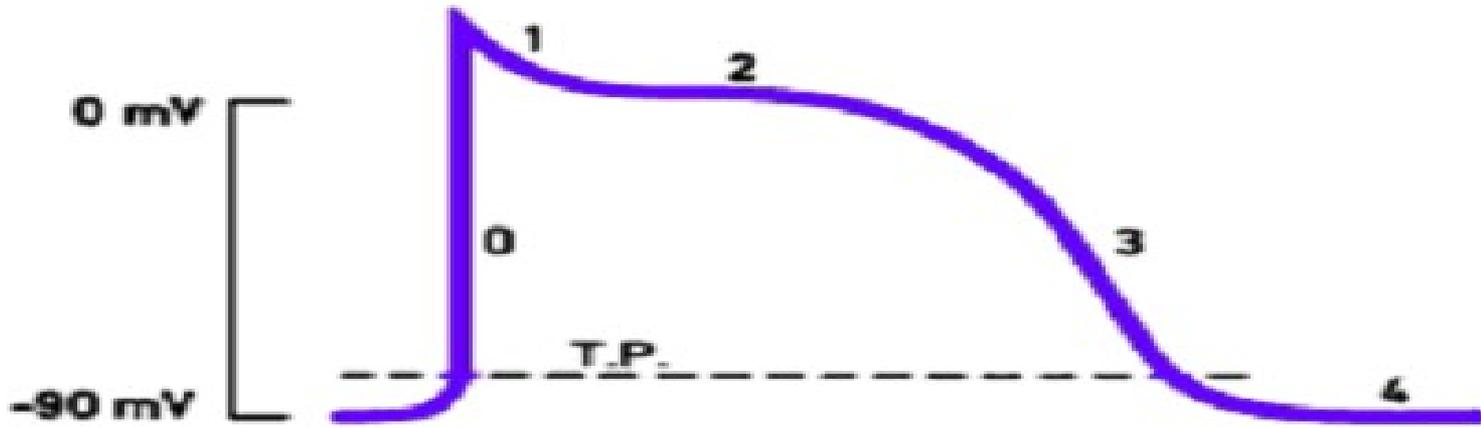
心肌细胞复极过程

心肌细胞的除极与复极

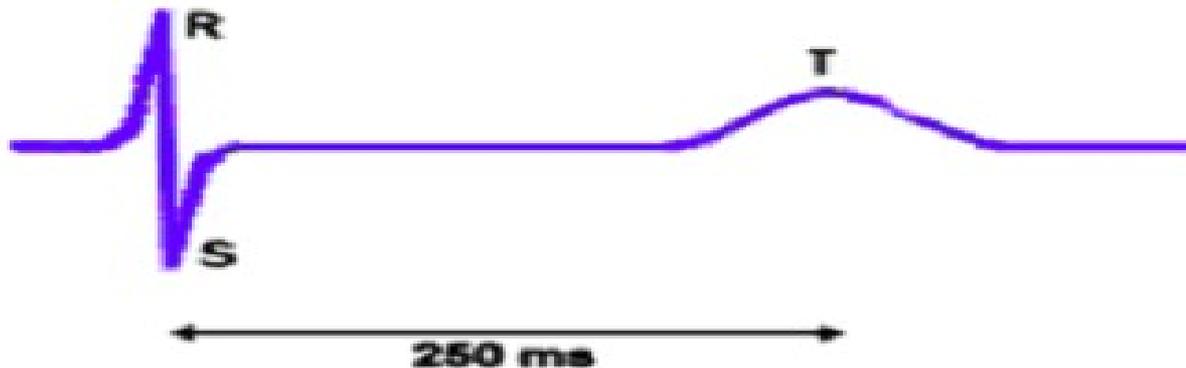


心肌细胞的动作电位与心电图

心室肌细胞动作电位



对应的心电图波形



与体表采集到的心肌电位强度的有关因素为：

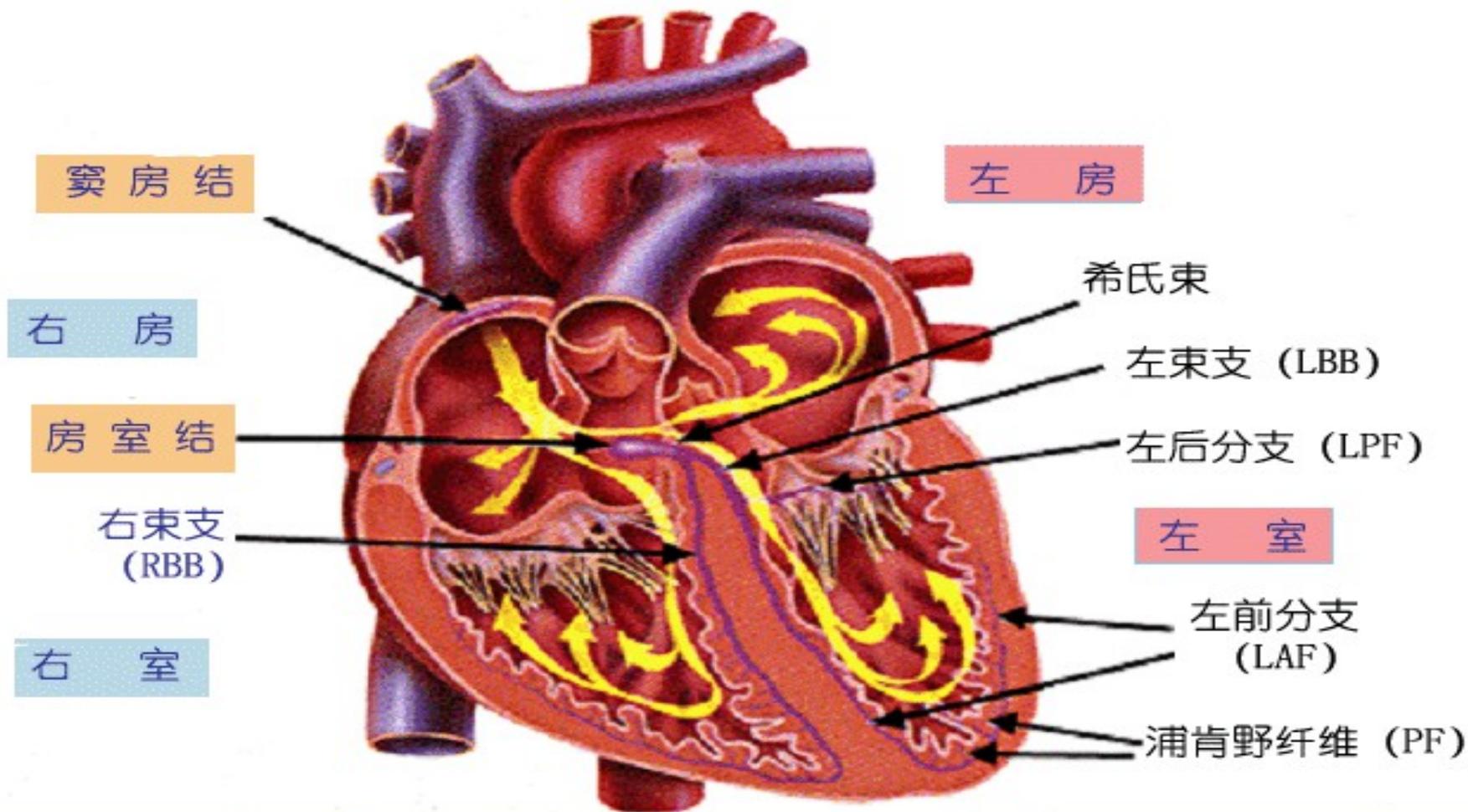
1、与心肌细胞数量（心肌厚度）呈正比关系；

- 2、与探查电极位置和心肌细胞之间的距离，呈反比关系；
- 3、与探查电极的方位和心肌除极的方向所构成的角度有关，夹角愈大，心电位在导联上的投影愈小，电位愈弱。

Cardiac vector

The background is a solid blue color. A thin white curved line starts from the top left and curves downwards towards the center. A larger white curved shape, resembling a stylized 'C' or a partial circle, is positioned in the lower right quadrant, partially overlapping the text.

心脏特殊传导系统示意图



心脏特殊传导系统

(一) 心电向量

1、正常心电向量图

(1) P 环

心房激动时，把各瞬间向量连接起来形成的环，称 P 环。一般 P 环形态多呈椭圆形，立体方位指向左下略偏前或后，P 环持续时间不应大于 100 毫秒 (MS)

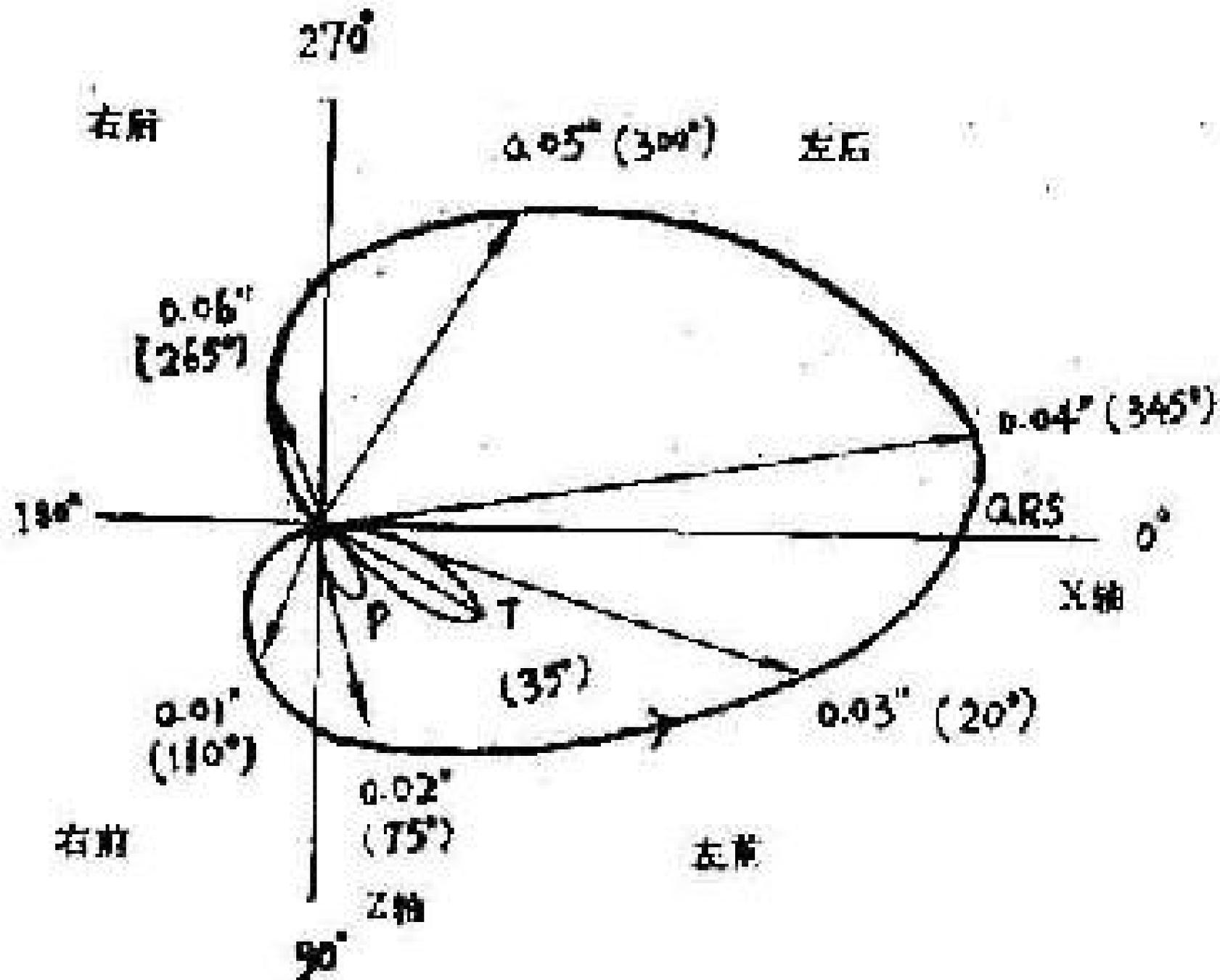
(2) QRS 环

心室激动时，把各瞬间向量连接起来

(2) QRS 环

QRS 环代表心室肌的除极过程，环体椭圆形，呈逆钟向运行，总时间约 0.08s，三分之一位于 x 轴之前，三分之二位于 X 轴之后，其综合向量的方向（QRS 电轴）指向左后。根据其除极顺序的先后又分为：①室间隔除极，又称初始向量或 0.01s 向量。心室除极开始于室间隔左侧由 1/2 处自左向

③ 左心室除极在除极开始后 0.04s 左右，室间隔和右室的绝大部分已除极完毕，只有左室侧壁和右室后基底部除极仍在进行，所以又称 0.04s 向量或最大向量，其方向指向左后。④基底部除极当除极至 0.06s 时，只剩下左室后基底部和室间隔的一小块基底部除极仍在进行，故又称终末向量，其方向指向右后（相当于 265 度左右）。



振幅：最大振幅小于 1.5 毫伏。

(3) ST 向量

正常人因 QRS 闭合，所以常无 ST 向量。

(4) T 环

心室电激动恢复期各瞬间向量连接起来形成的环，称 T 环。

二、心电图各波段的组成与命名

心电图各波段的组成与命名

心电图波段

相应心电活动

P 波

心房除极

PR 段

房室传导时间

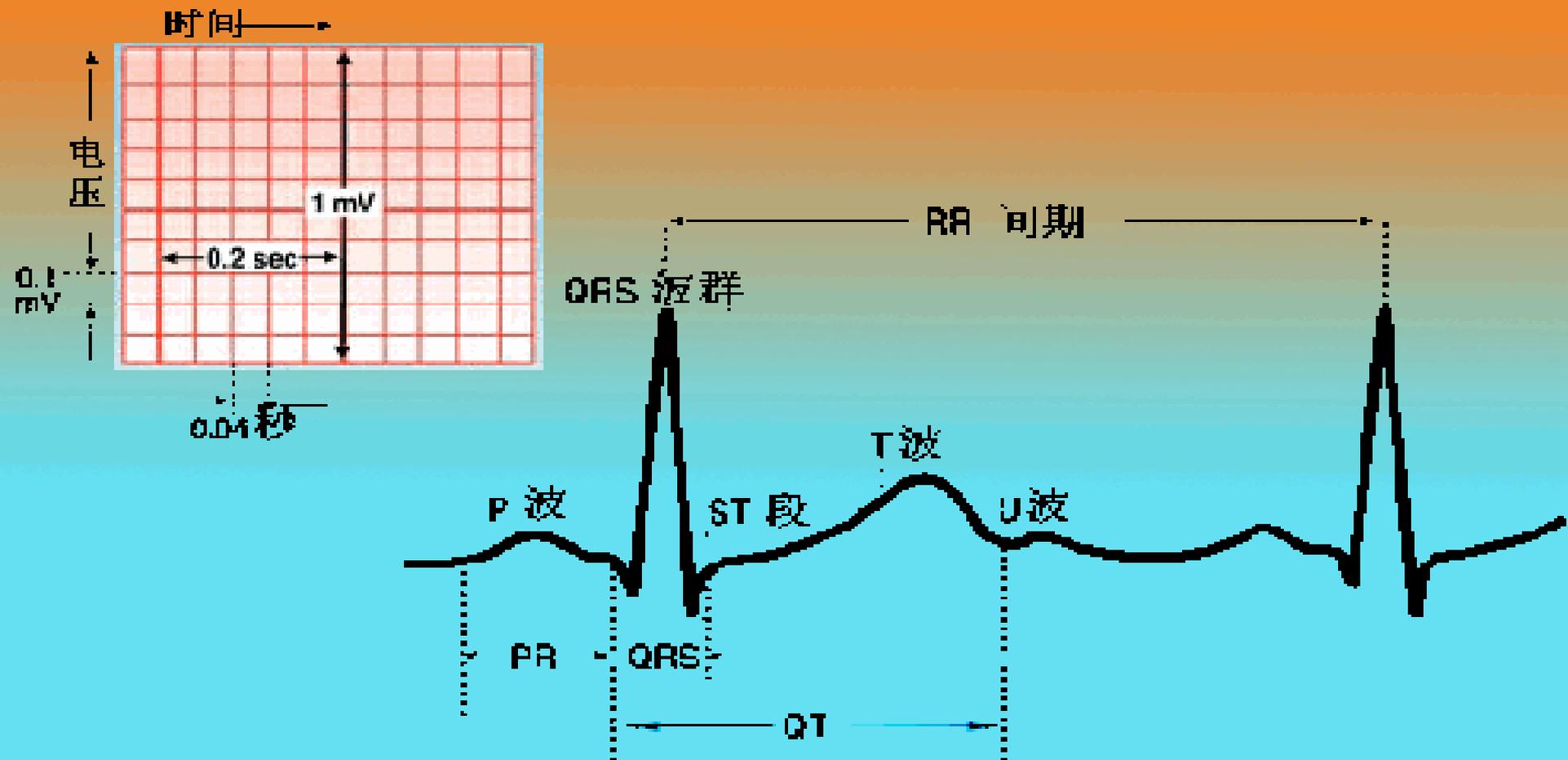
QRS 波群

心室除极

ST 段与 T 波

心室复极的
缓慢期与快速期

常规心电图的波形组成和测量示意图



QRS 波群的命名原则

P 波： 首先出现的位于参考水平线以上的正向波

Q 波： 第一个负向波

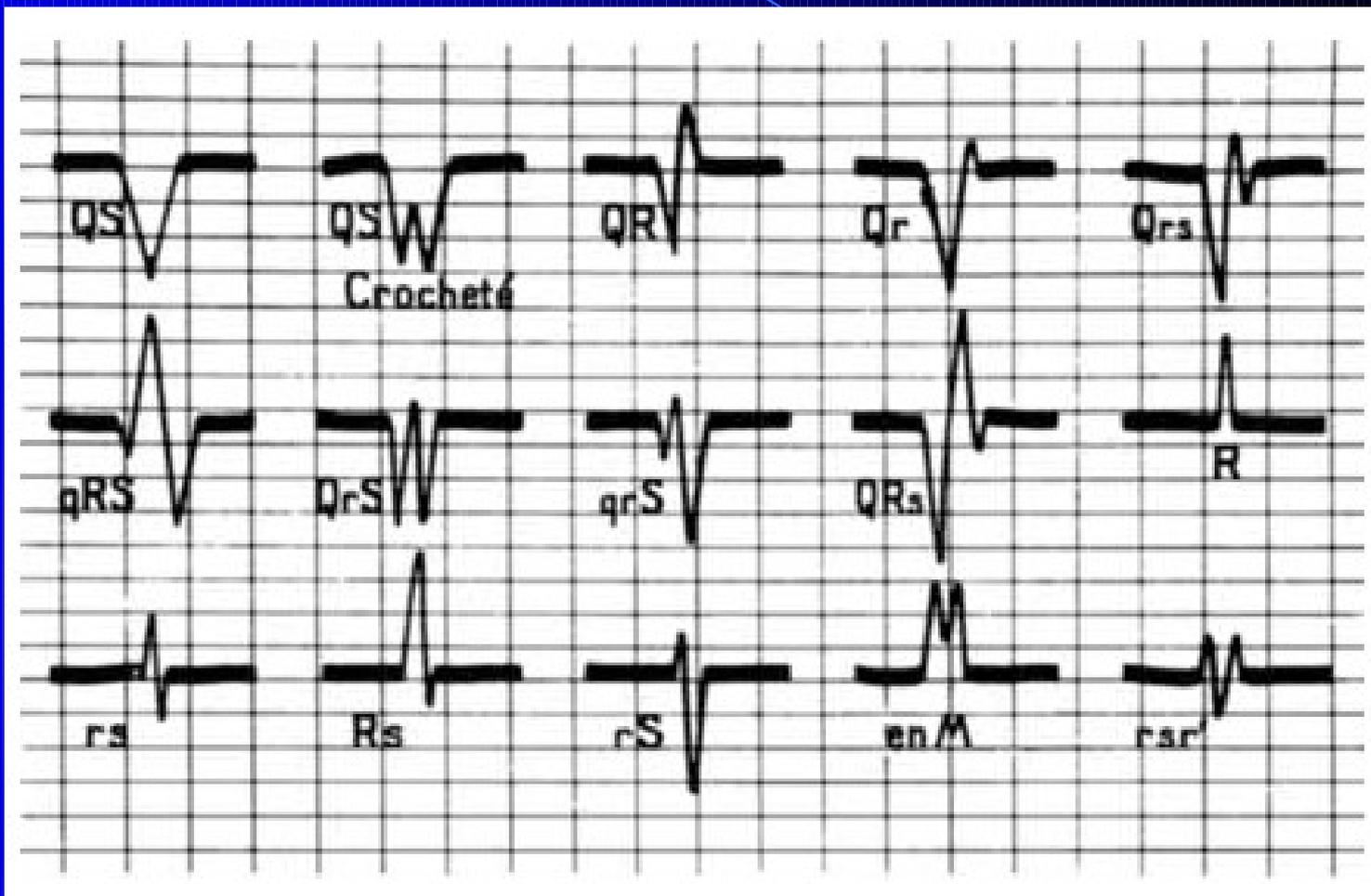
R 波： 第一个正向波

S 波： R 波之后的第一个负向波

QS 波： QRS 波只有负向波

振幅小可称为 q 、 r 、 s 、 r' 、 s'

QRS 波群的命名示意图



三、常规心电图导联

导联：

在人体不同部位放置**电极**，并通过**导联线**与**心电图机**电流计的正负极相连，这种记录心电图的电路连接方法

。

标准十二导联系统

❖ 肢体导联系统—反映心脏矢状面情况

双极肢体导联： I II III

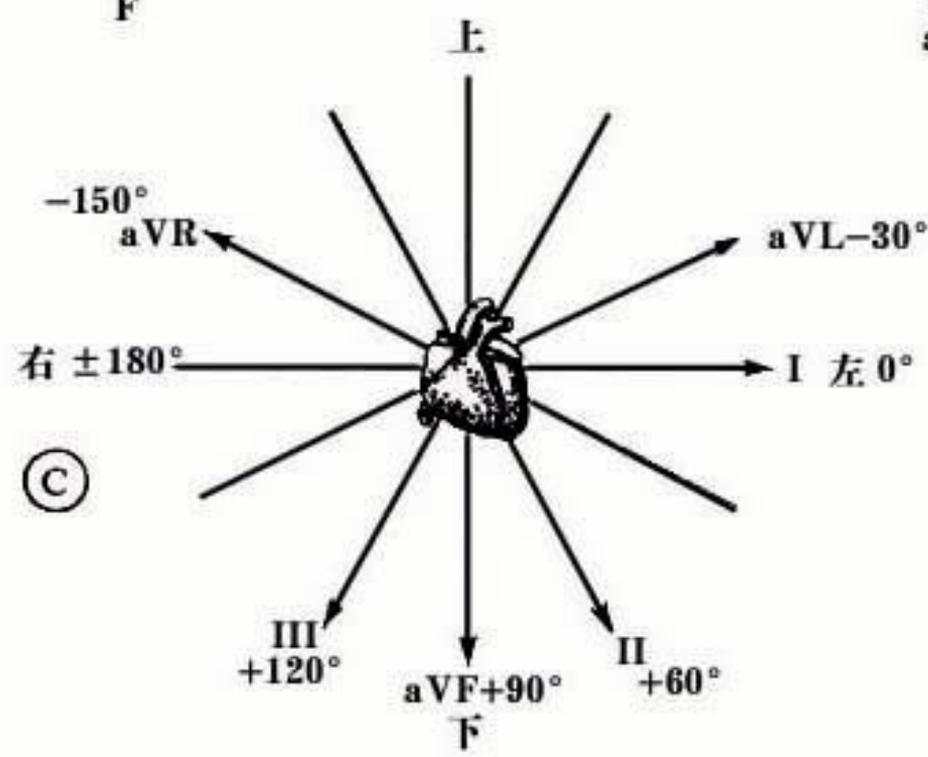
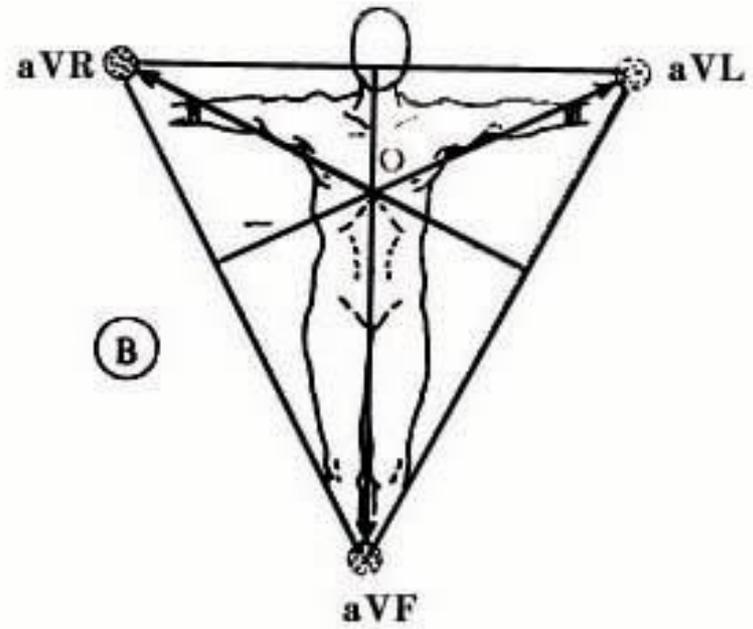
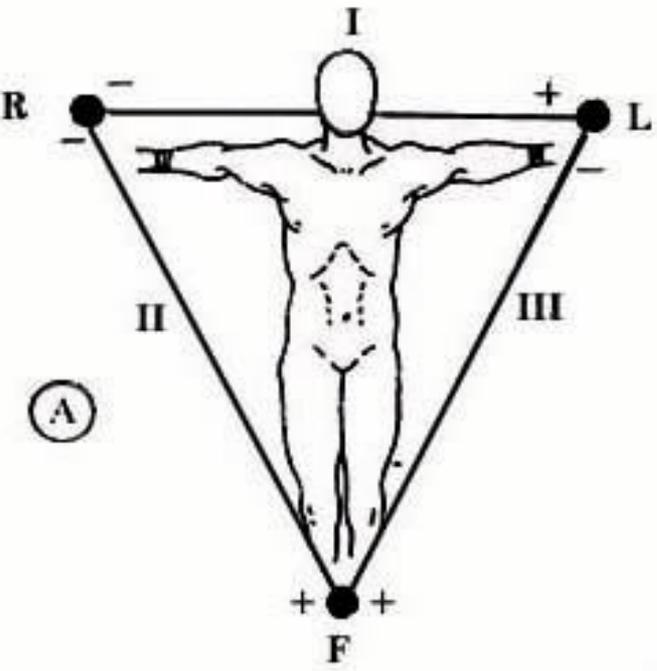
加压单极肢体导联： avR avL avF

❖ 胸前导联系统—反映心脏水平面情况

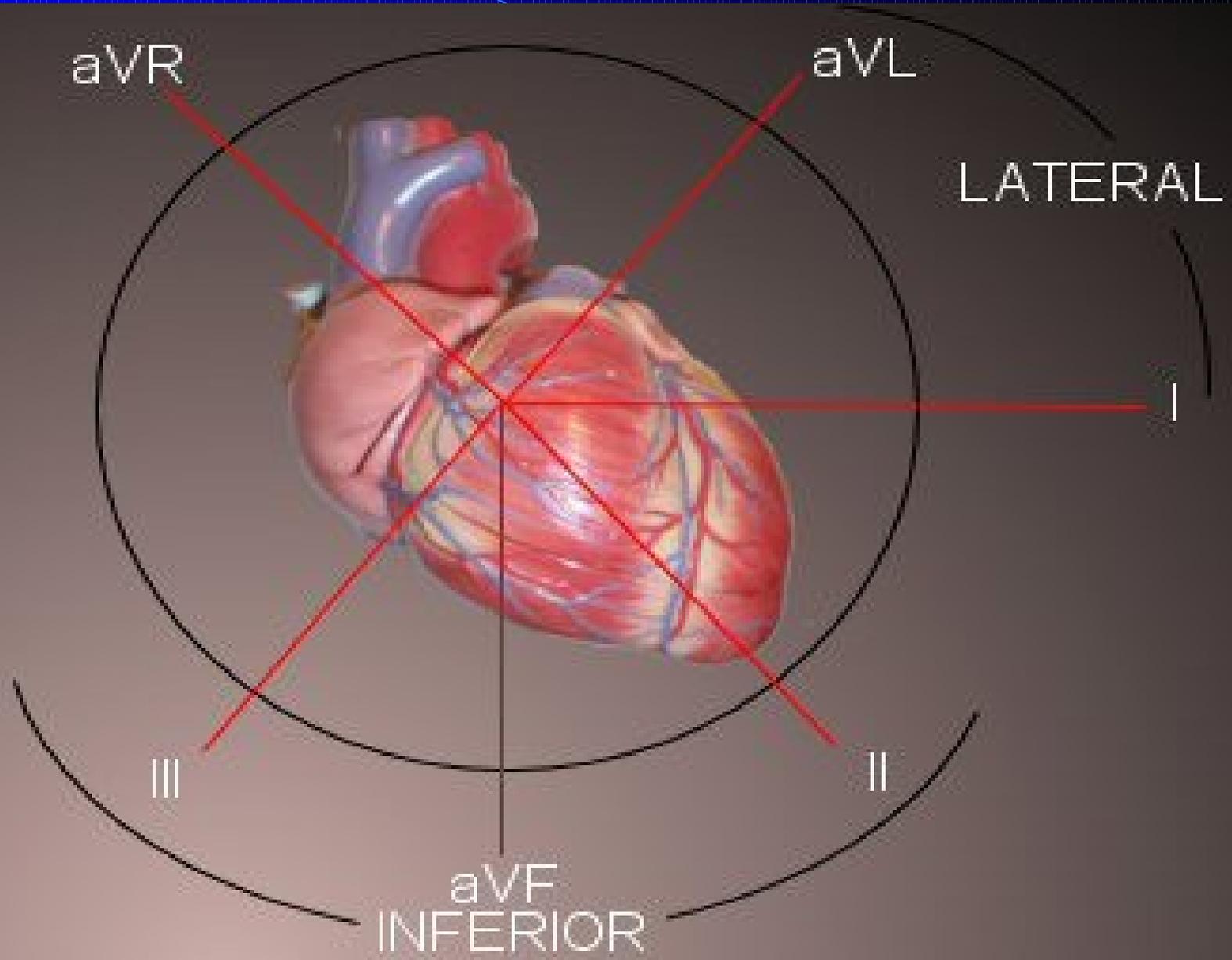
包括：

V₁、V₂、V₃、V₄、V₅、V₆

与其六轴关系 肢体导联的导联轴

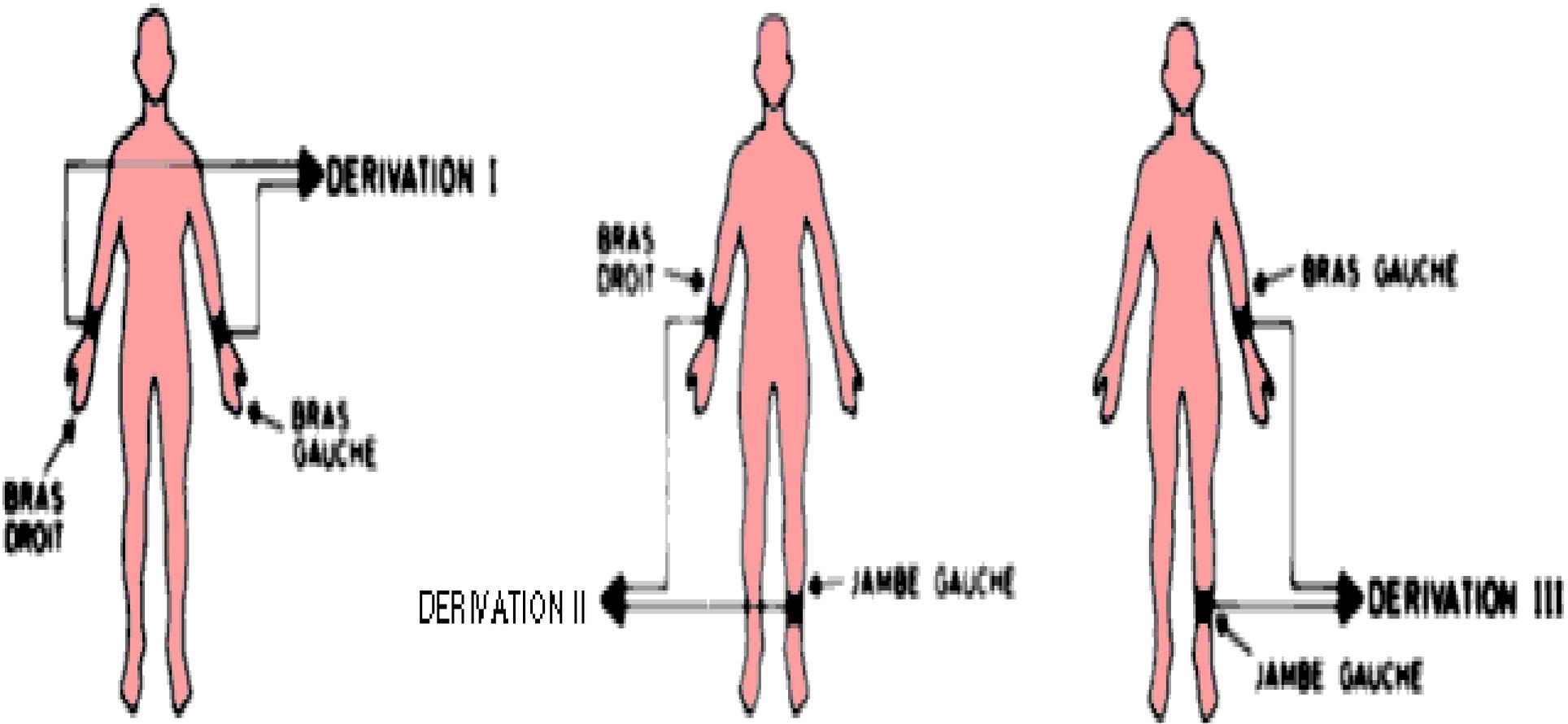


肢体导联系统—反映额状面情况



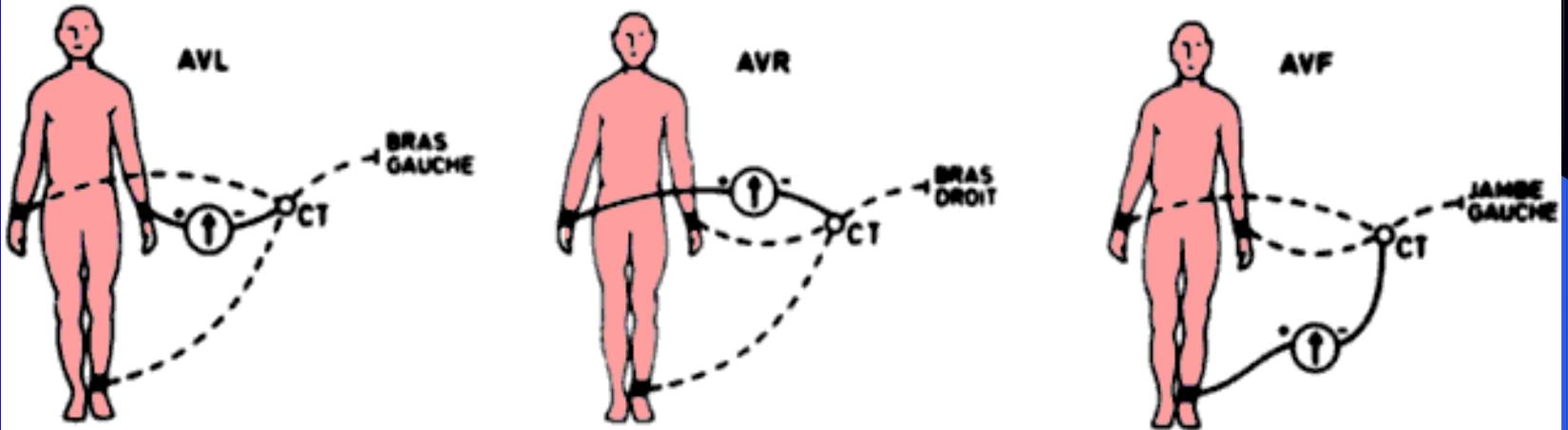
双极肢体导联

-- 电路连接方式



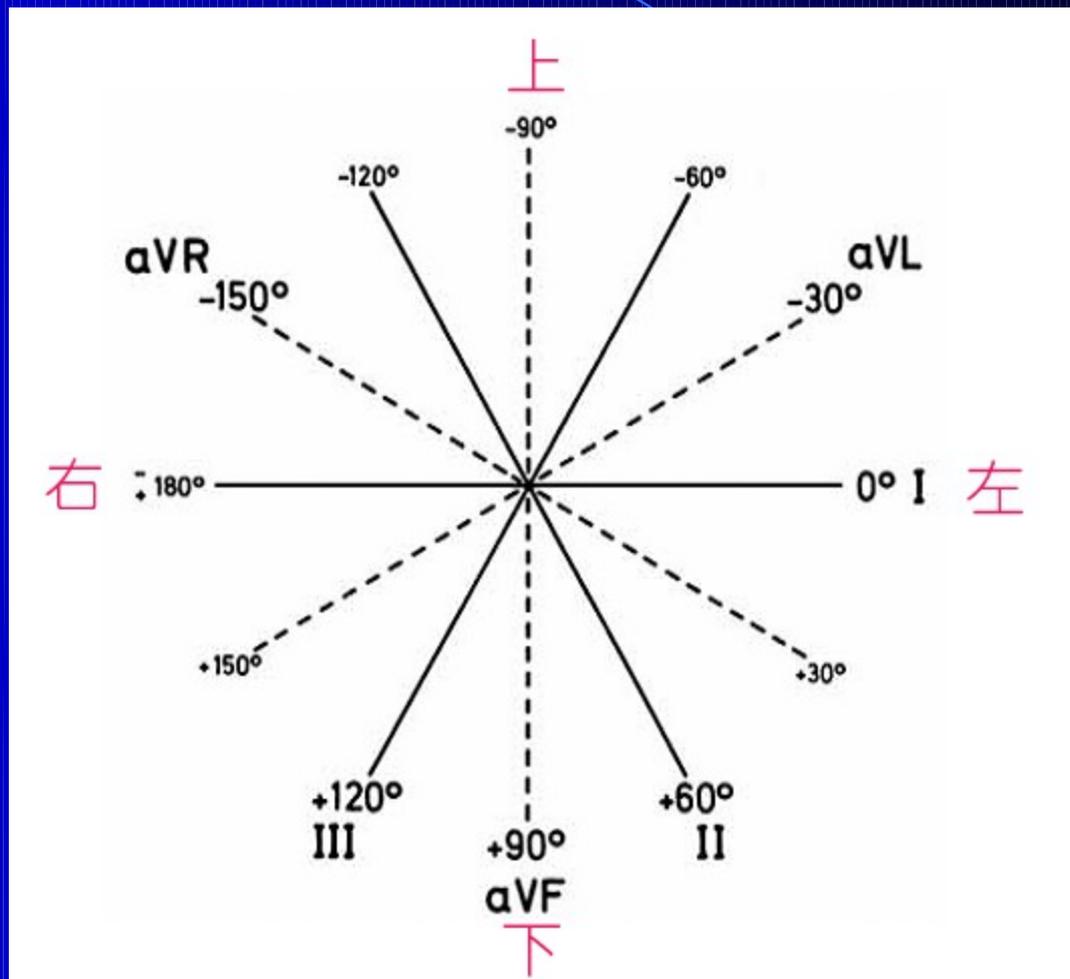
加压单极肢体导联

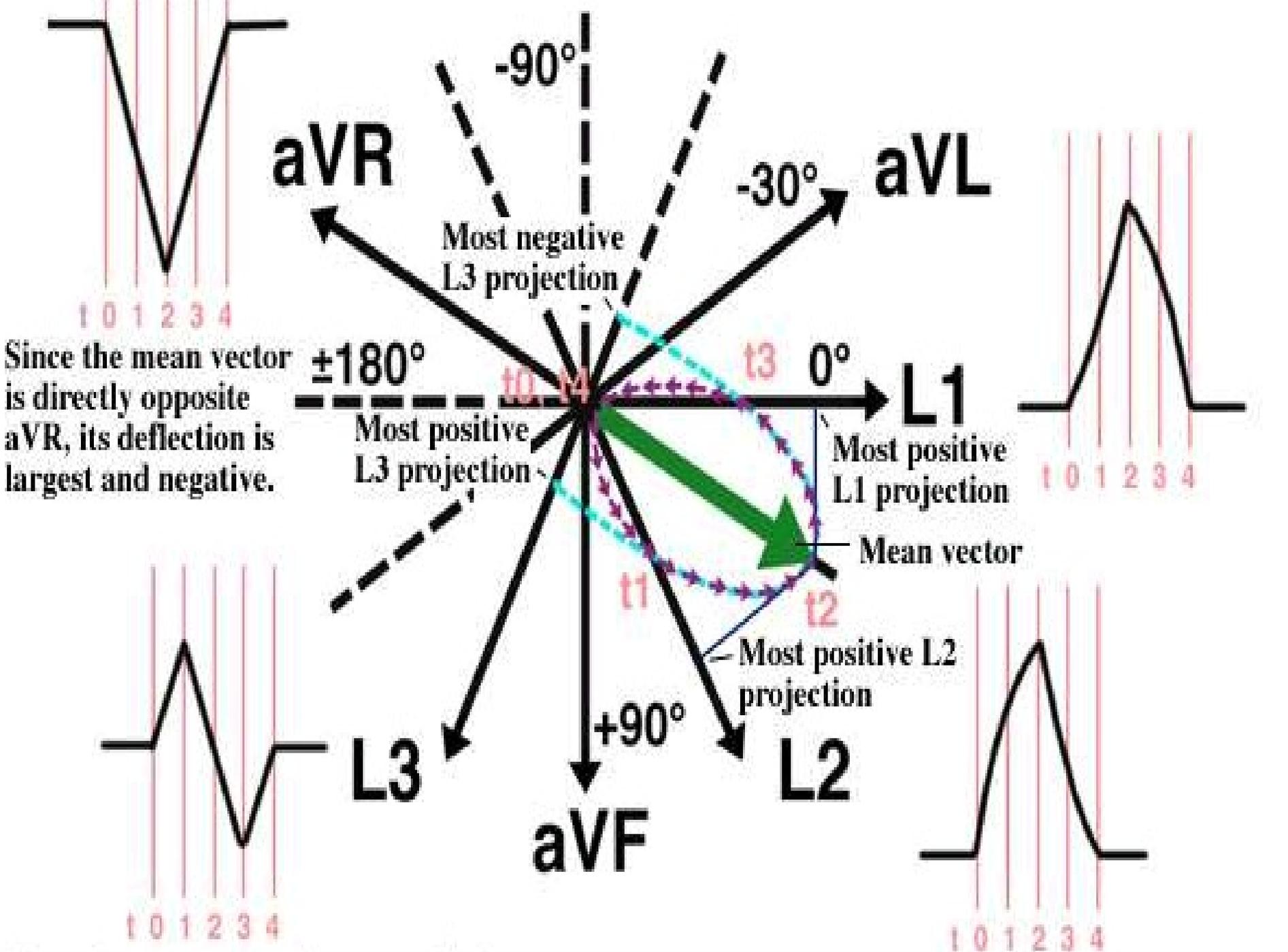
-- 电路连接方式



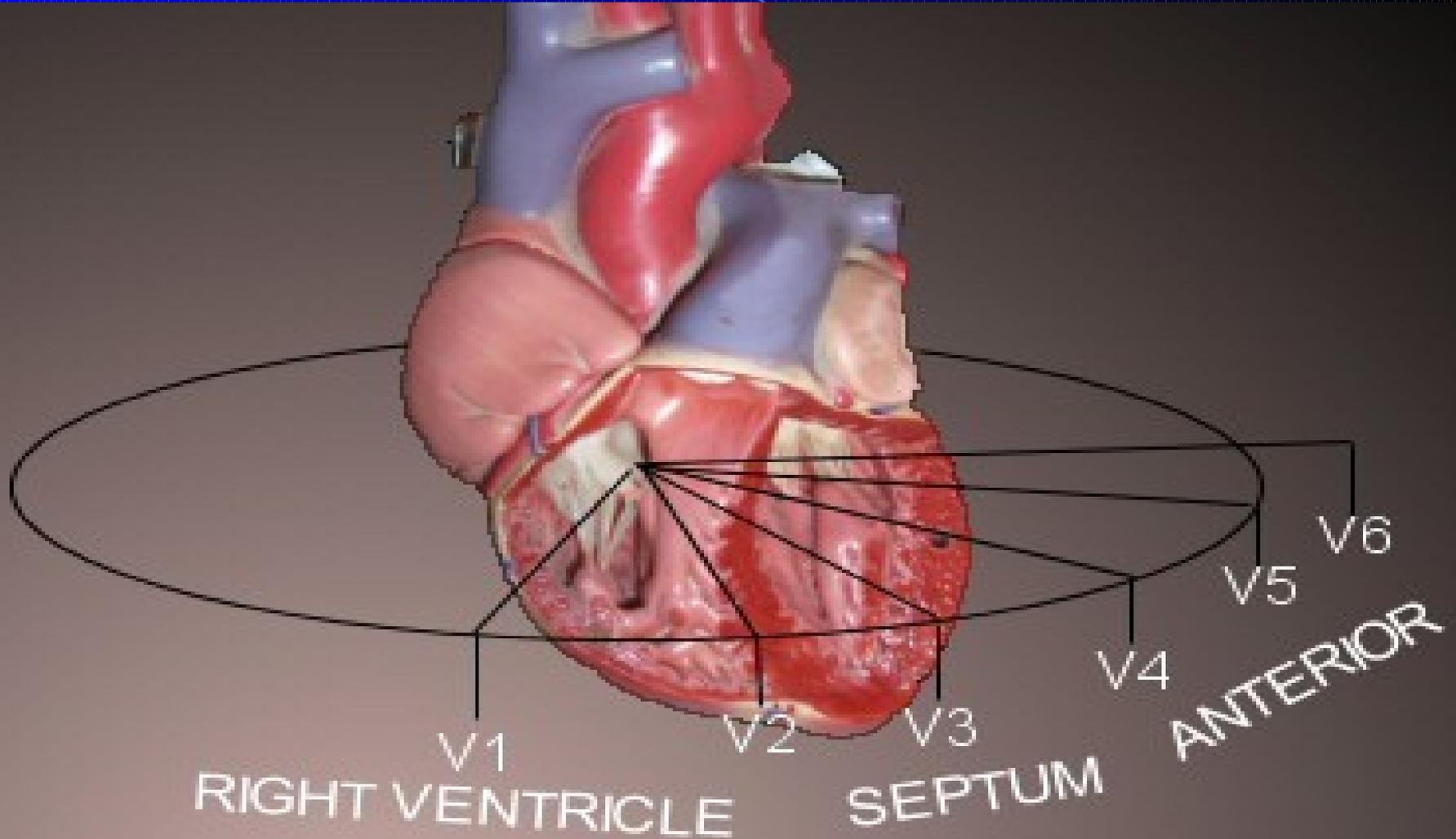
DERIVATIONS UNIPOLAIRES DES MEMBRES aVL, aVR ET aVF (Goldberger)

肢体导联的导联轴与六轴系统



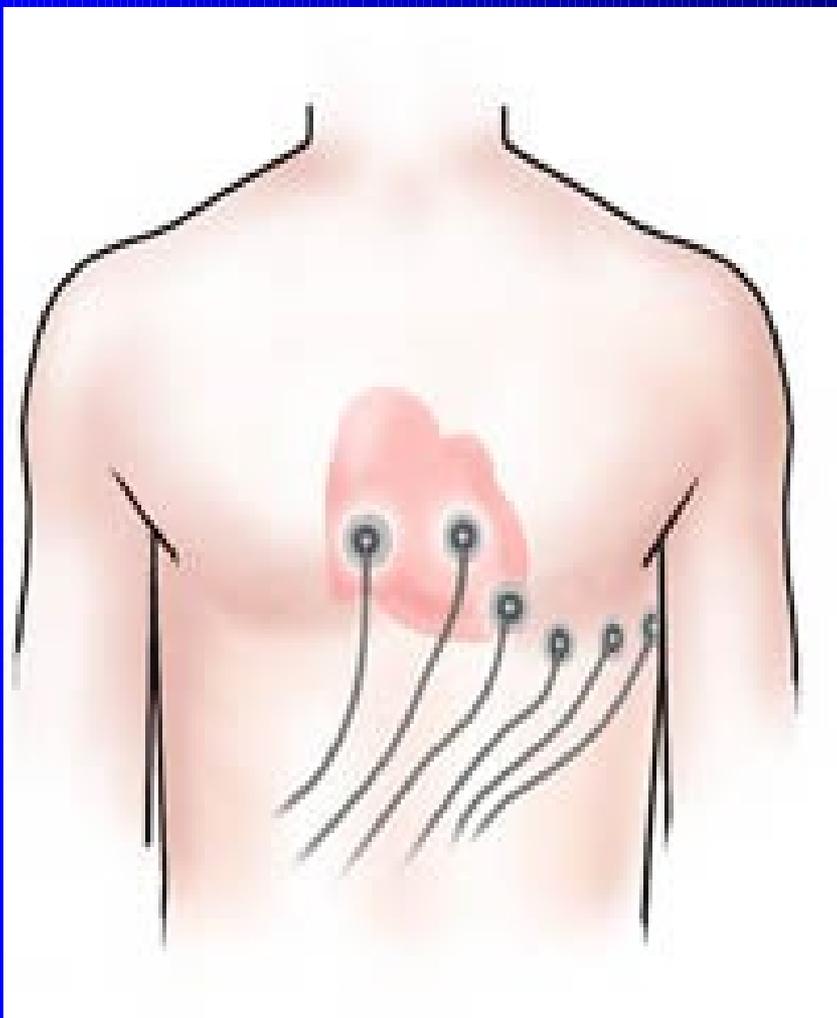


胸前导联—反映水平面情况

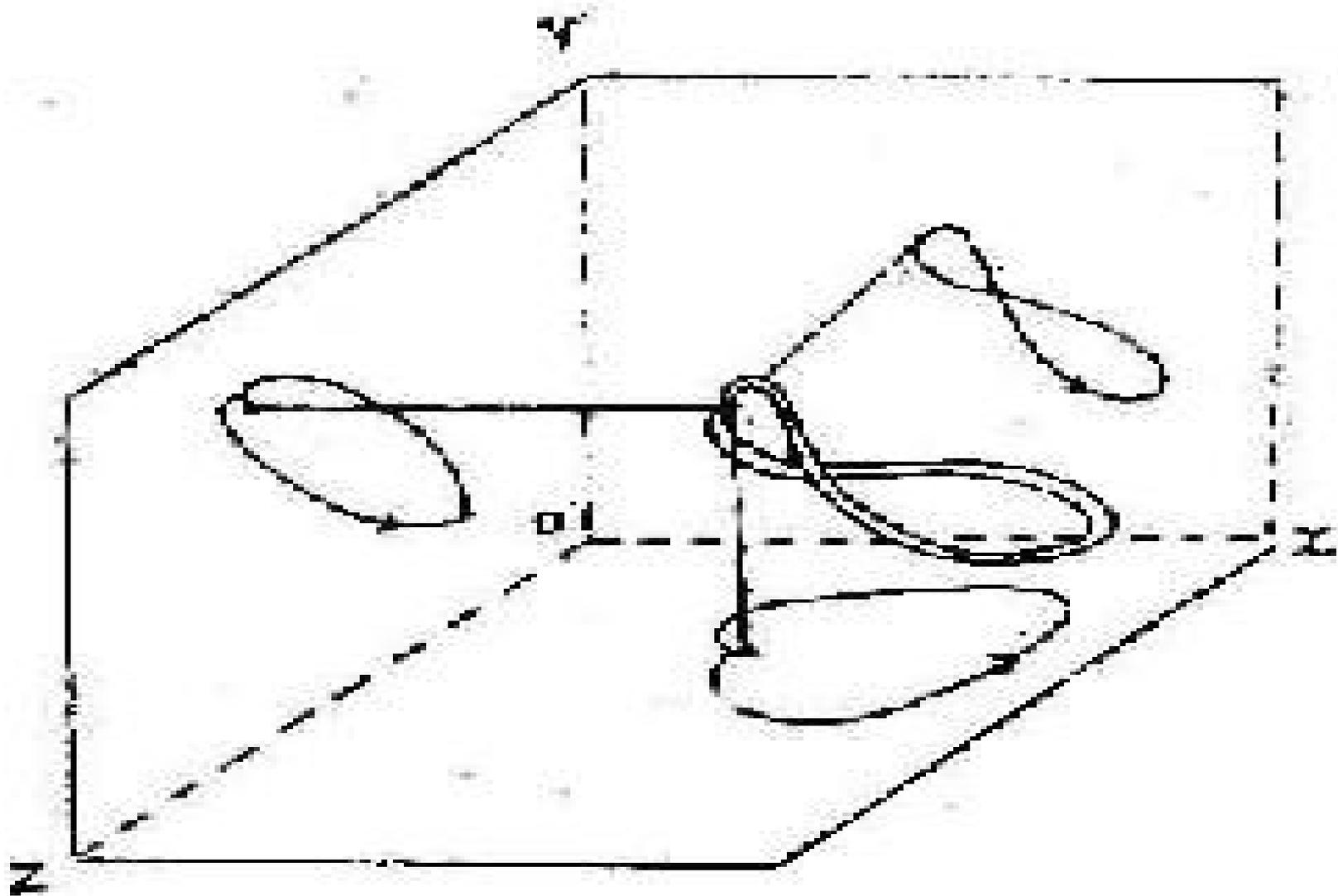


胸前导联

-- 电路连接方式

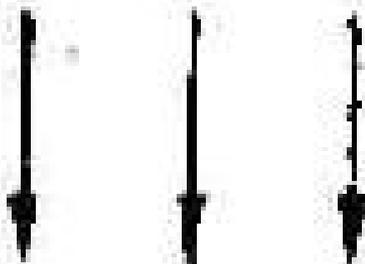


导联	位置
V_1	胸骨右缘 4 肋间隙
V_2	胸骨左缘 4 肋间隙
V_3	V_2 与 V_4 的中点
V_4	左锁骨中线与 5 肋间隙交点
V_5	V_4 水平与腋前线交点
V_6	V_4 水平与腋中线交点

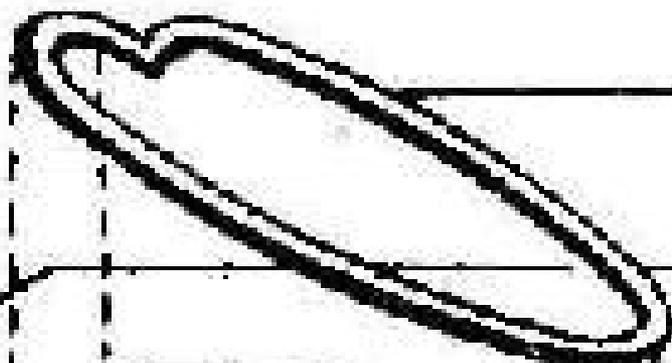


空间心电向量环在额面、横面及侧面上的投影模型示意图

光线



环体



投影



投影示意图

心电向量与心电图的关系

心电图就是平面心电向量环在各导联轴上的投影（即空间向量环的第二次投影）。额面向量环投影在六轴系统各导联轴上，形成肢体导联心电图，横面向量环投影在胸导联的各导联轴上就是胸导联的心电图。

（一）额面向量环与肢体导联心电图的关系
正常额面 QRS 向量环长而窄，多数呈逆钟向运行，最大向量位置在 60° 左右，p 环和 T 环与 QRS 环方向基本一致。

空间心电向量环是一个立体图形，在平面纸上描绘立体图形是困难的，通常采用空间心电向量环在三个不同的互相垂直的平面的投影来观察。所谓投影，就是与某一平面垂直的平行光线照在心电向量环上，此向量环在这个平面上形成的影像称为投影。然后把投影在每一面的形态绘成平面图，由这三个平面图组成空间立体图象。此即临床上常规记录的心电向量图。亦称空间向量环的第一次投影。

I 导联 P 环和 T 环的向量均投影在 I 导联轴的正侧，因此出现向上的 P 波和 t 波。QRS 环初始向量投影在 II 导联轴的负侧，得 q 波；最大向量及终末向量均投影在 II 导联轴的正侧，得高 R 波，因此 II 导联的 QRS 波群呈 qr 型。

avR 导联 p 环和 T 环的向量均投影在 avR 导联轴的负侧，因此 P 波和 t 波均向下。QRs 环的初始向量投影在 avr 导联的正侧，得小 r 波；最大向量及终末向量投影在 avr 导联轴的负侧，得深 s 波，因此 avr 波导联的 QRS 波群呈 rS。

III、avF、avL 导联的波形可依次类别。

第三节 正常心电图

本节主要内容:

- 心电图图形描绘和检测
 - (一) 各波段时程与心率的检测
 - (二) 各波段振幅的检测
 - (三) 平均心电轴的检测
 - (四) 心电图图形循长轴转位
- 二 正常心电图的波形特点与正常值

心电图时程测量注意

- 心电图是电压随时间变化的曲线
- 心电图记录在坐标线上，横坐标为时间，通常采用 25mm/s 纸速记录
- 时间：横坐标，1 小格 = $1\text{mm} = 0.04$ 秒
- 测量应从波形起点内缘到终点内缘

二、心电图的测量方法

各波段振幅的检测

- 心电图是电压随时间变化的曲线
- 心电图记录在坐标线上，纵坐标为电压。通常情况下，电压为每毫米 0.1mV
- 向上的波的电压从基线的上缘至顶点；向下的波从基线的下缘到底端测量。
- 基线为 T-P 段

心率的检测

常用两种方法：

- 测量 15 厘米（6s）长心电图内 P 波或 QRS 波群出现的数目：该数目乘以 10
- 测量 P-P 或 R-R 间期：测量 5 个或 5 个以上 P-P 或 R-R 间期，计算其平均值，60 除以该周期即为每分钟的心率

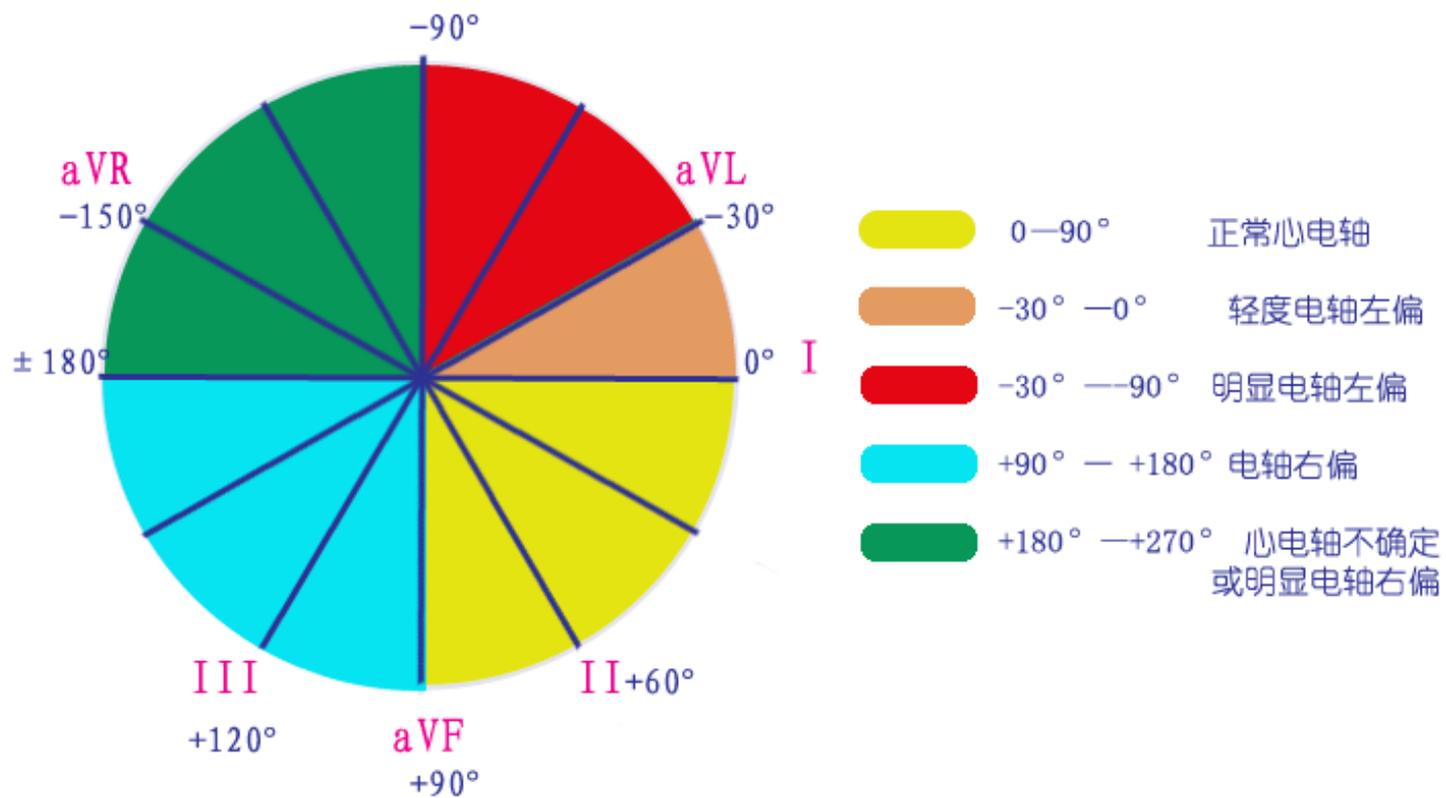
(四) 平均心电轴的检测

概念：心室除极过程中全部瞬间向量综合

测定方法：

- 目测法
- 作图法

平均心电轴



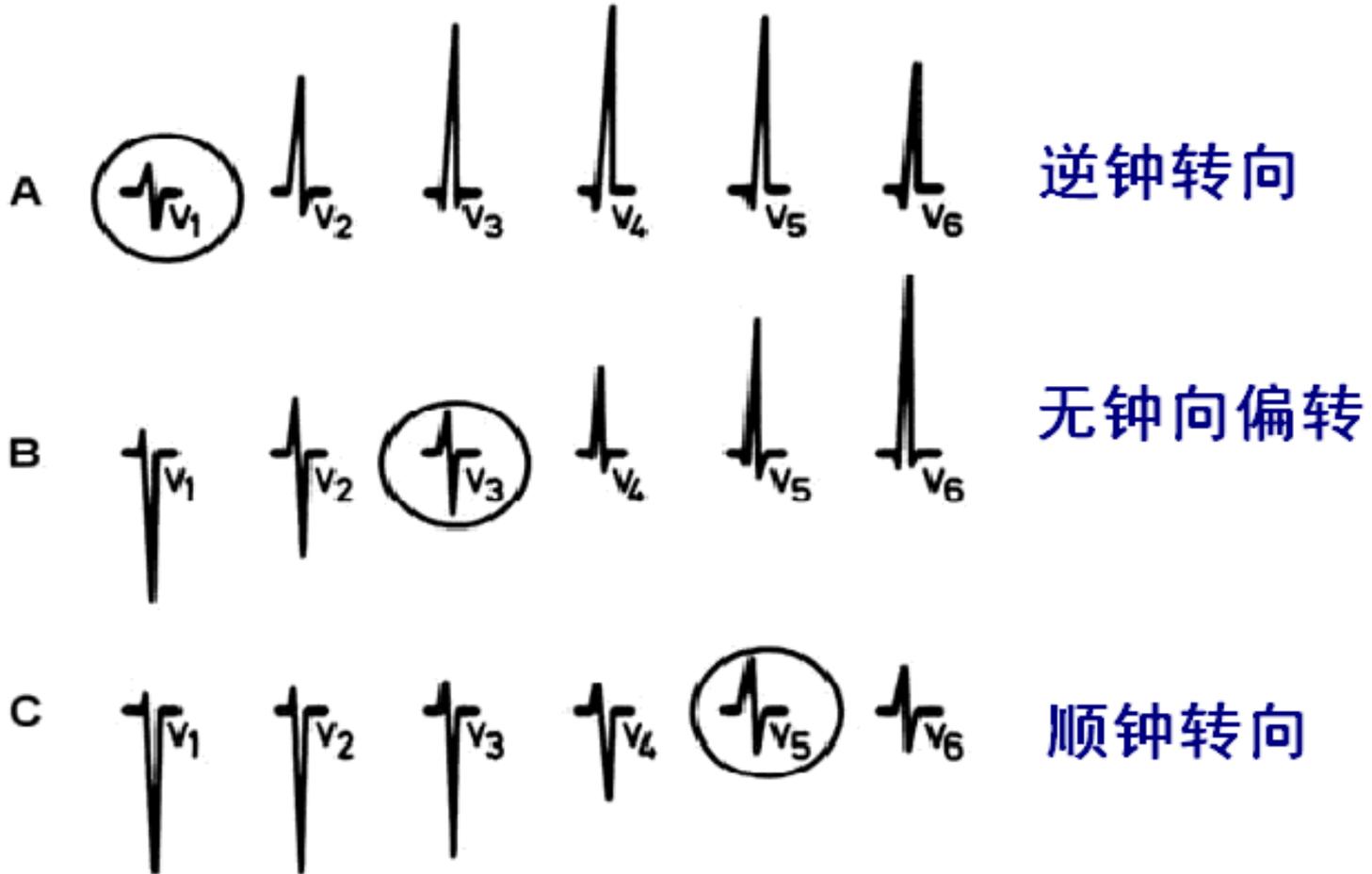
平均心电轴的目测法

心电轴偏移	I	II	III	心电轴值范围
正常	+	+	+	$0 \sim +90^\circ$
轻度左偏	+	+	—	$0 \sim -30^\circ$
明显左偏	+	—	—	$-30^\circ \sim -90^\circ$
电轴右偏	—	±	+	$+90^\circ \sim +180^\circ$
电轴偏移不定	—	—	—	$+180^\circ \sim +270^\circ$

（四）心脏循长轴转位

- 自心尖朝心底部方向观察
- 顺钟向转位：
 - V3、V4 波形出现在 V5、V6 导联
- 逆钟向转位：
 - V3、V4 波形出现在 V1、V2 导联

心脏循长轴转位



三、正常心电图的波形特点 与正常值

P 波

- 时限: < 0.11 秒
- 振幅: $< 0.25\text{mV}$ (肢导联)
 $< 0.2\text{mV}$ (胸导联)
- 方向: 窦性心律
I、II、avF, V_4-V_6 导联 直立
avR 导联 倒置
其它导联直立、倒置、或双相

P-R 间期

- PR 正常值 0.12~0.20 秒
- 代表了房室传导时间
- 年龄越大，心率越慢，P-R 间期越长
- 年龄越小，心率越快，P-R 间期越短

QRS 波群 1

- 时限： 0.06 ~ 0.10 秒， < 0.11 秒
 - 波形： 根据主波方向和有无 Q (q) 波
 - I、II、V4 ~ V6 导联主波：向上
 - avR、V1 导联主波：向下
 - V1、V2 导联不应有 Q(q) 波，（可呈 QS）
 - avR、III、avL 导联可有 Q 波或 q 波
 - I、II、avF、V4~V6 导联不应有 Q 波（可有 q 波）
 - V1 至 V6
- R 波逐渐变大， S 波逐渐变小， R/S 由小变大
- Q 波小于 0.04 秒， 振幅 < 1/4 同导联 R 波

QRS 波群 2

● 电压:

- 至少一个肢导联 QRS 波群电压和 $\geq 0.5\text{mV}$
- 至少一个胸导联 QRS 波群电压和 $\geq 0.8\text{mV}$
- $R_{V5} < 2.5\text{mV}$, $R_{aVL} < 1.2\text{mV}$, $R_{aVF} < 2.0\text{mV}$

$R_I < 1.5\text{mV}$, $R_{V5}+S_{V1} < 3.5$ (女)

$R_{V5}+S_{V1} < 4.0\text{mV}$ (男)

- $R_{V1} < 1.0\text{mV}$, $R_{V1}+S_{V5} < 1.2\text{mV}$

$R_{aVR} < 0.5\text{mV}$

- Q 波 $< \frac{1}{4}$ R 波 (同导联)

QRS 波群 3

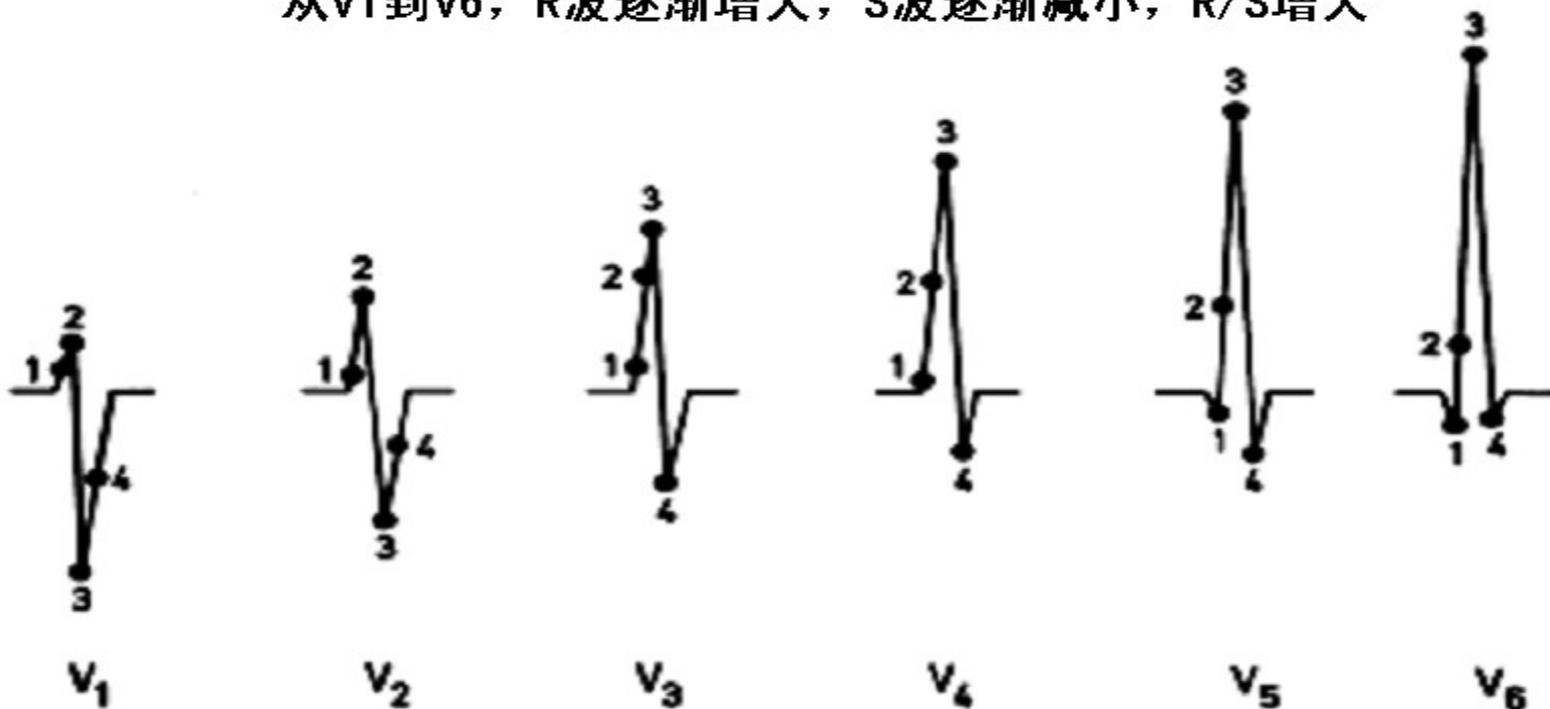
- R 峰时间（室壁激动时间）：

概念： QRS 起点到 R 波顶端垂直线的间距

时限： $\leq 0.04\text{s}$ (在 V_1 、 V_2) $\leq 0.05\text{s}$ (在
 V_5 、 V_6)

正常心电图胸前导联 QRS 波群特点

从V1到V6，R波逐渐增大，S波逐渐减小，R/S增大



J点

- QRS 波群的终末与 ST 段起始之交接点
- 大多数在等电位线上

ST 段

- ST 段一般位于等电线上，无明显偏移
- 偏移正常范围：
 - 所有导联 ST 段下移 $\leq 0.05\text{mV}$
 - 所有肢导联及 V4-V6 导联 ST 抬高 $\leq 0.1\text{mV}$
 - V1-V2 导联 ST 段抬高 $\leq 0.3\text{mV}$
 - V3 导联 ST 段抬高 $\leq 0.5\text{mV}$

T波

- **形态：**两支不对称，上升支平缓，下降支陡
- **方向：** I、II、V3-V6 导联**直立**， avR **倒置**
其余可直立、平坦、倒置、双相
- **振幅：** QRS 波群直立的导联， T 波电压应超
过
同一导联 R 波的十分之一

QT 间期

- 正常范围：约 0.32-0.44 秒
- 校正 Q-T 间期（QTc）= $QT / RR^{1/2}$

- 临床意义：

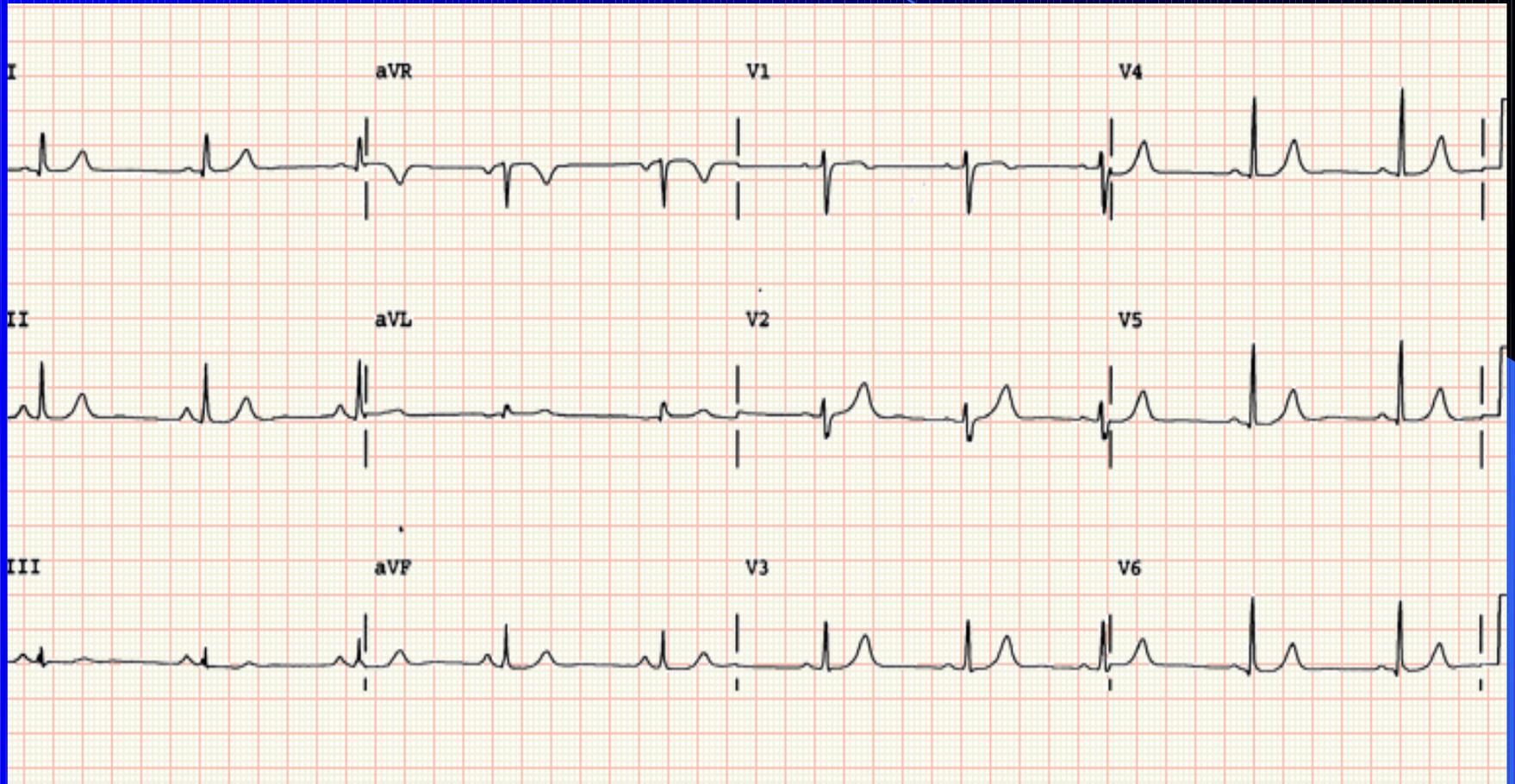
代表心室除极、复极的时间总

和

U 波

- 心室除极后电位，心室后继电位，机理不清
- 异常 U 波为心室复极异常
- 正常人可无 U 波
 - 如有应较低小，一般 **V3~V4** 导联较明显
 - 电压、时间应显著小于 T 波
 - U 波必须**直立**
- 明显增高，见于**血钾过低**

* 正常窦性心律示例 *



小儿心电图的特点

- 心率较快：在 10 岁以后，成人心率
- P 波时限较短（儿童 $< 0.09s$ ）
- QRS 呈右室优势
- T 波变异较大

老年人心电图的特点

- 异常心电图较多
- 常见的异常心电图
 - 心律失常
 - ST-T 改变
 - 心室肥大

第三节

心房与心室肥大

一、心房肥大 (Atrial Hypertrophy)

- (一) 右房肥大
- (二) 左房肥大
- (三) 双房肥大

二、心室肥大 (Ventricular Hypertrophy)

- (一) 左室肥大
- (二) 右室肥大
- (三) 双室肥大

(一) 右心房肥大

心电图表现为 P 波尖而高耸，其振幅 $\geq 0.25\text{mV}$ ，P 波的宽度并不增加，在 II、III、aVF 导联表现最突出，称为“肺型 P 波”，常见于慢性肺原性心脏病及某些先天性心脏病。

I



II



III



aVR



aVL



aVF



右心房肥大

(二) 左心房肥大

心电图表现为 P 波增宽

$>0.11s$ ，常呈双峰型，双峰间期
 $\geq 0.04s$ ，以在 V1 导联上最为显著，典型者多见于二尖瓣狭窄，故称为“二尖瓣型 P 波”。

P 波幅度改变在

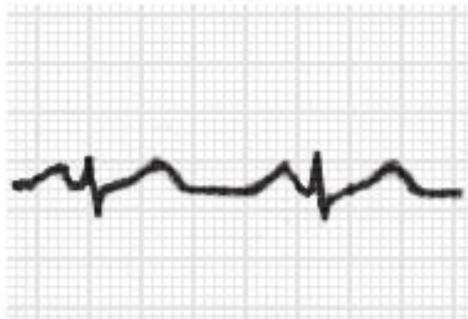
I、II、aVL 导联明

显。V1 的 P 波终末部的负

向波变深，Pt f 超过 -

0.04mm s 。

I



II



III



aVR



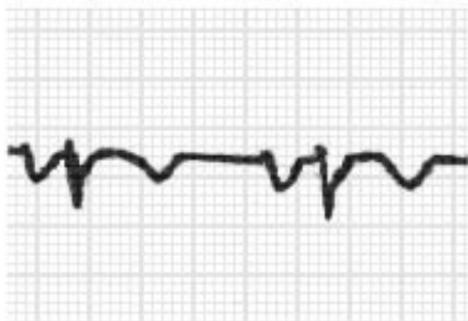
aVL



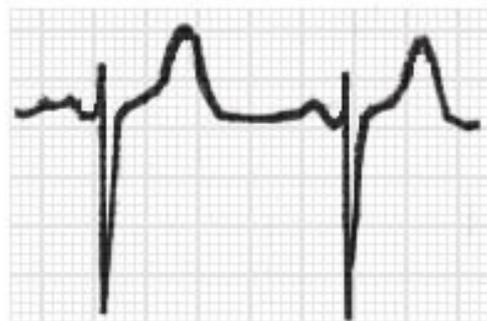
aVF



V₁



V₃



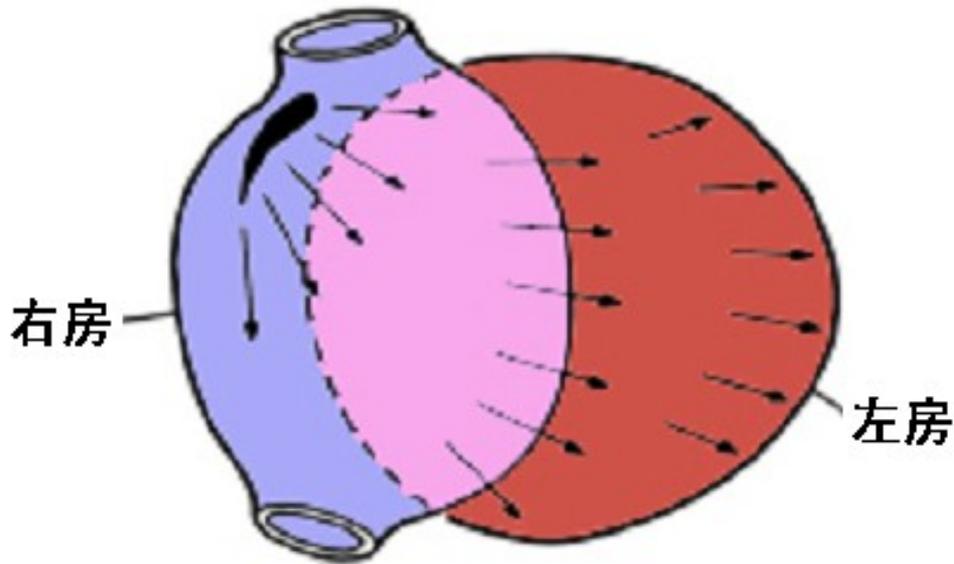
V₅



左心房肥大

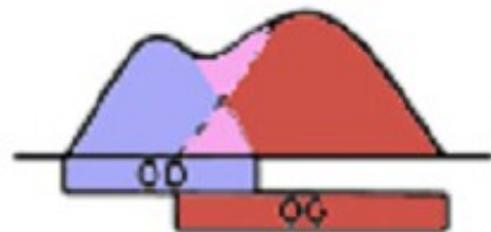
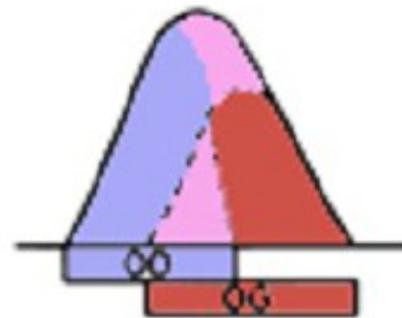
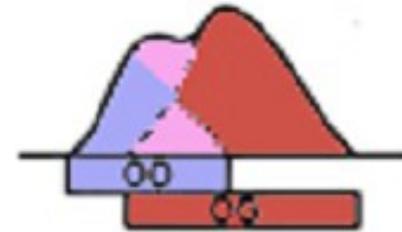
心房肥大示意图

上腔静脉



下腔静脉

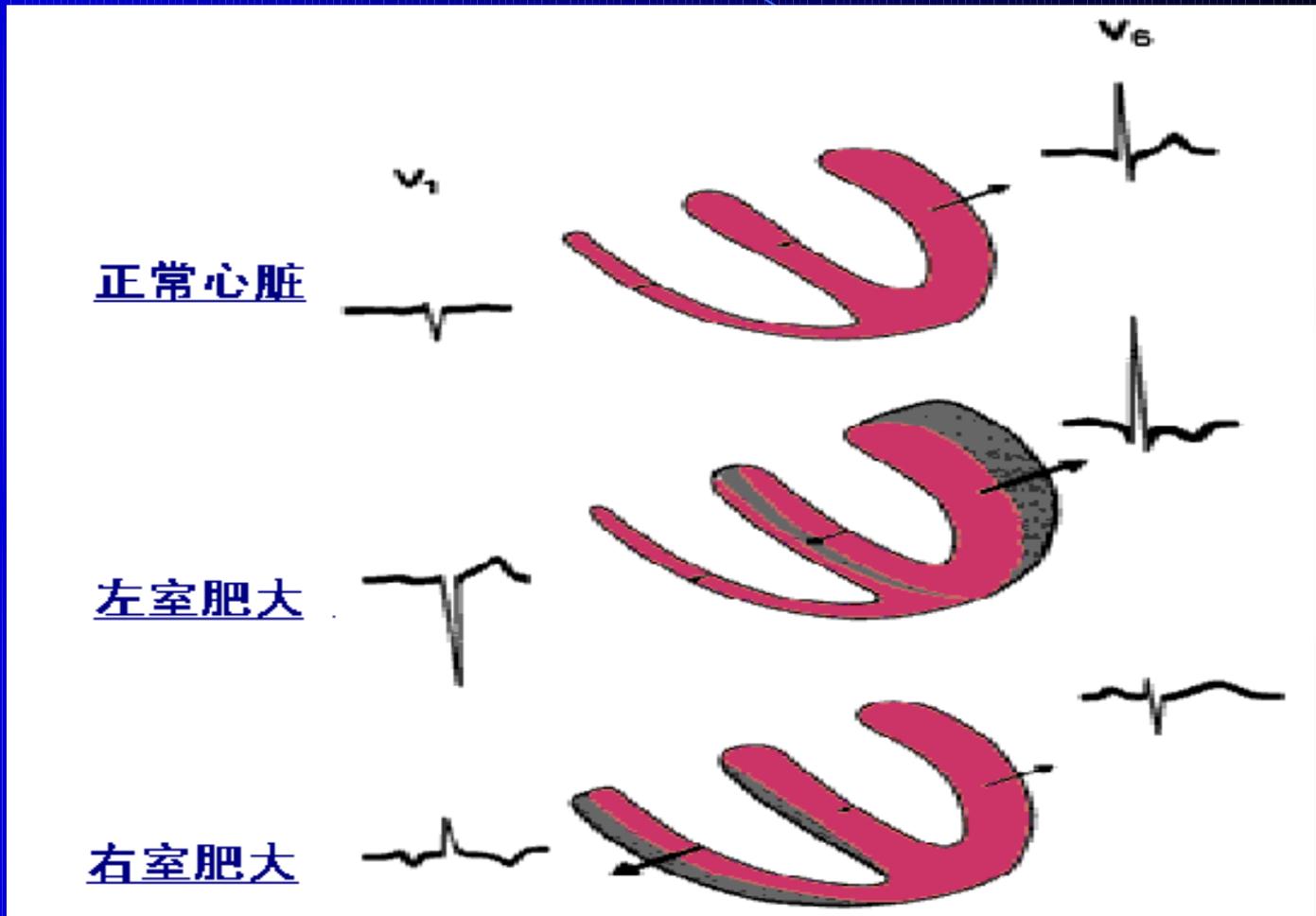
正常心房冲动传递



(三) 双房肥大

- 兼有左心房及右心房双房肥大的特点
- P 波振幅 $\geq 0.25\text{mV}$ ， 增宽 ≥ 0.12 秒

二、心室肥大示意图



(一) 左心室肥大 1

- QRS 波群电压的改变
 - RV_5 或 $RV_6 > 2.5mV$
 - $RV_5 + SV_1 > 4.0mV$ (M) (注, F $> 3.5mV$)
 - $RaVL > 1.2mV$ 或 $RaVF > 2.0mV$
 - $R I > 1.5mV$ 或 $R I + SII > 2.5mV$
- QRS 间期及 R 峰时间的变化
 - QRS 间期 > 0.10 秒
 - V_5 或 V_6 的 R 峰时间 > 0.05 秒

左心室肥大 2

- ST-T 改变 --- 继发改变，或劳损
 - V_5 、 V_6 、aVL 或 aVF 导联 ST 段下移 $\geq 0.05\text{mV}$

(二) 右室肥厚

- QRS 波群电压的改变

- $RV_1 > 1.0\text{mV}$; $RV_1+SV_5 > 1.2\text{mV}$; V_1 呈 qR 形
- $R_{aVR} > 0.5\text{mV}$; a_{VR} 导联 $R/S > 1$
- $V_1 R/S > 1$, $V_5 R/S < 1$
- 显著顺钟向转位, V_1 至 V_4 甚至 V_6 均呈 rS 波形

- QRS 间期及 R 峰时间的变化

- QRS 间期多正常
- 右室壁显著肥厚者, QRS 间期 > 0.10 秒
- V_1 R 峰时间 > 0.03 秒

右室肥厚 2

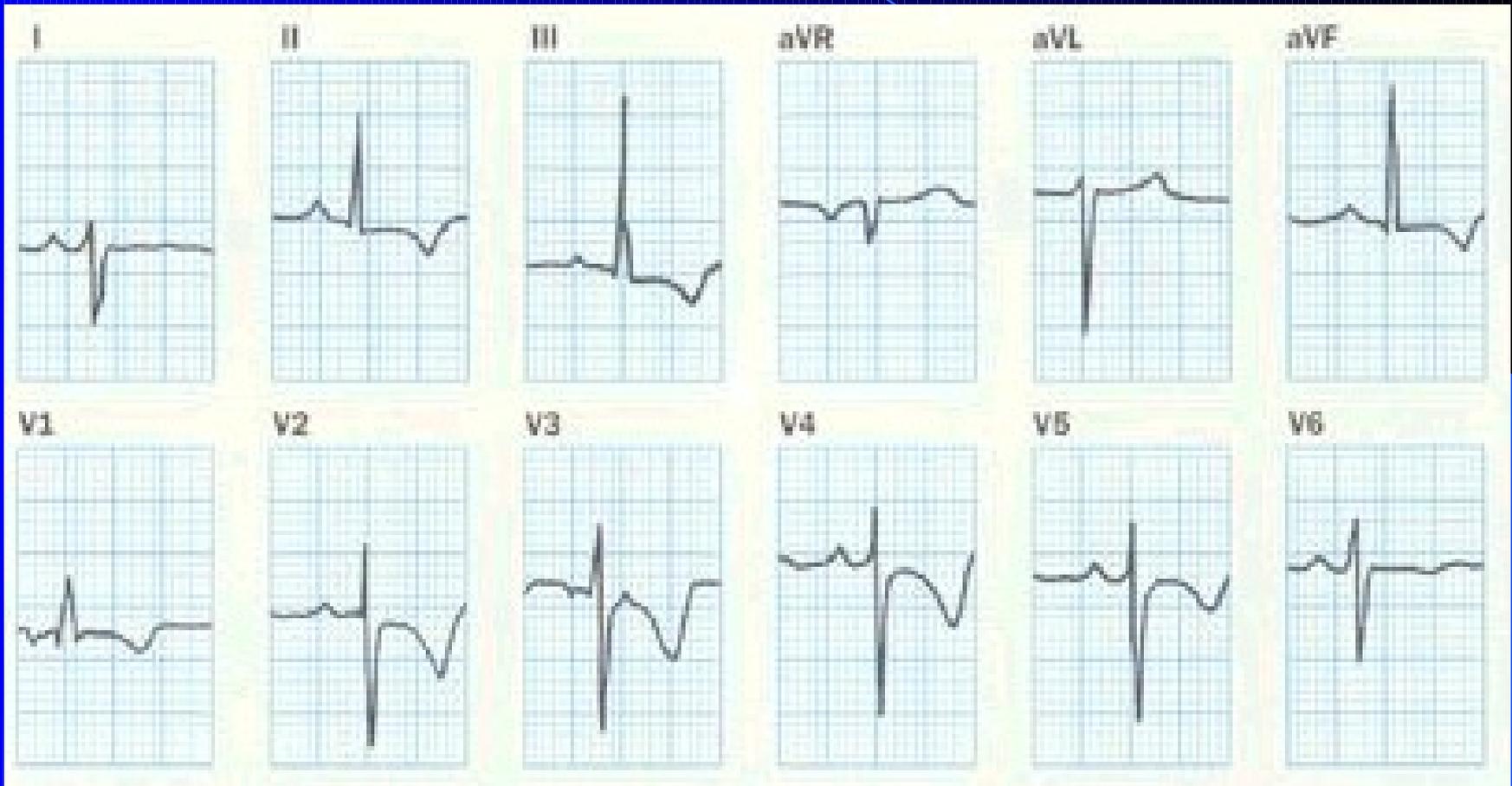
- ST-T 改变

- V1~V3 导联中 ST 段下移 $\geq 0.05\text{mV}$ ，T 波倒置
- II、III 导联出现 ST 段下移及 T 波低平或倒置
- V5 导联 ST 段上移及 T 波高耸直立

- 电轴偏转

- 常电轴右偏，大多在 $+90^\circ$ 以上

* 右室肥厚 1*



(三) 双室肥大

- 相互抵消电压正常化
 - 仅有 QRS 稍宽，ST-T 异常等非特异性改变
- 仅显示一侧心室肥大
 - 多为左室肥大表现
 - 右室肥大很显著时也可仅示右室肥大
- 双室肥大同时显示
 - 既有左室高电压，又有右室高电压

心肌梗塞

(一) “缺血性”改变

若缺血发生于心内膜面，T波呈对称性，高而直立；若发生于心外膜面，使外膜面复极延迟晚于内膜面，复极程序反常，就出现对称性T波倒置；

若电极置于前壁，而缺血发生于对侧（即后壁），则其图形变化类似前壁内膜面缺血，即出现对称性高而直立的T波。

(二) “损伤性”改变

1、缺血时间进一步延长，缺血程度进一步加重，就会出现“损伤性”图形改变，主要表现为 S-T 段偏移。

2、内膜面或对侧心肌损伤时 S-T 段平直压低，外膜面心肌损伤时 S-T 段抬高，明显抬高可形成单相曲线。一般地说，损伤不会持久，要么恢复，要么进一步发生坏死。

(三) “坏死性”改变

一般认为坏死的心肌细胞不能恢复为极化状态和产生动作电流，所以心电图主要表现“异常Q波（坏死型Q波，病理性Q波）”，即Q波增宽（ $>0.04s$ ）、加深（ $>$ 同一导联 $1/4R$ 波）

心肌梗塞不同时期的演变

早期

急性期

近期

陈旧期

T波改变

对称高尖

倒置

倒置，变浅

恢复，多直立

ST段

斜型抬高

斜型抬高

恢复基线

恢复基线

病理 Q波

—

+

+

+