

心电图讲义

《诊断学教材第六篇》

(附病史)

重庆医学院

1974.12月

心电图总論

一、心电图的定义

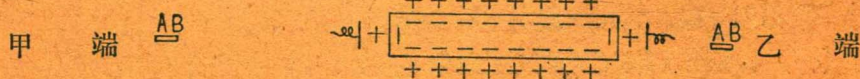
在心脏发生机械性收缩之前，先产生心脏动作电流。这种动作电流，经过人体组织传达到身体体表，使身体各部位发生电位改变，应用心电图机可将每一心动周期所产生的电位变化，从身体表面上描记下来，形成一个连续曲线的图形，即为心电图。

二、心电产生原理

(一)、心肌细胞产生动作电流的原理：心电波的产生是许多心肌细胞和心肌纤维活动的综合电流的表现。为了便于了解心脏电流究竟是怎样发生，先将单细胞的活动产生的原理简述如下：

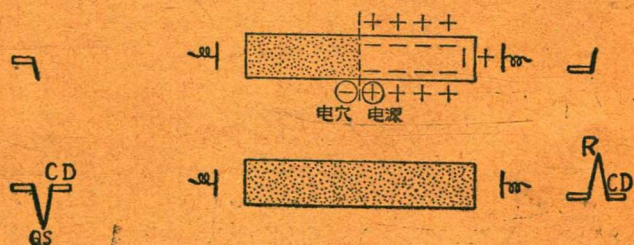
1. 心肌细胞的极化状态。心肌细胞在静止状态时，细胞膜外带有阳电荷 (+)，膜内为阴电荷 (-)，细胞膜内和细胞膜外的电荷为细胞膜所阻而保持平衡状态，故细胞膜表面各点无电位差，不产生电流，称之为极化状态。如将心肌细胞放在盐水类容积导电体内，在细胞的二端（甲端和乙端）各放一电极板并联接一电流计，使电流接通，此时因二端无电位差，故不发生电流，记录为一条电压为零的等电线（即一条直线）图 1—1

I. 极化状态



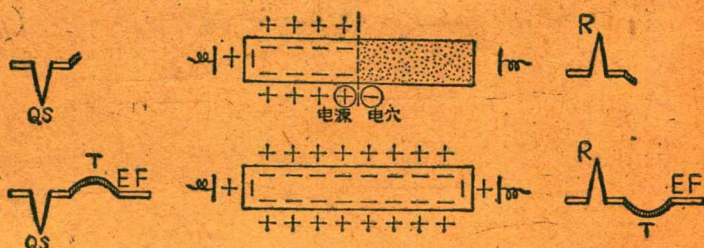
II. 除极变化

部分除极
完全除极后
复极前



III. 复极变化

部分复极
完全复极后
除极前



图一 心肌细胞的动作电流

2. 心肌细胞激动（即兴奋）时的除极变化，当心肌细胞受到激动时，细胞膜失去阻力、膜内外的电荷互相交换，失去了极化状态，激动部位（甲端）与静止部位（乙端）间产生电位差，因此就产生了动作电流，这种状态称为除极。除极过程始终向着静止部位迅速向前进行直到整个细胞除极为止。已除极一端呈负电压，未除极一端呈正电压。面对着正电压（乙端）一端，因始终在激动方向的前面，该处电极板传入电流计的电流被描记出一个不断向上的正波，直到整个细胞完全除极后，膜外各点之间无电位差存在，电流计无电流通过，这时才降到零点，由于除极过程进行迅速，故产生一个较窄而高尖的向上的除极波；反之，面对着负电压（甲端）的电极板，因始终处于负电位，就记录一个向下的负波。图 I—II

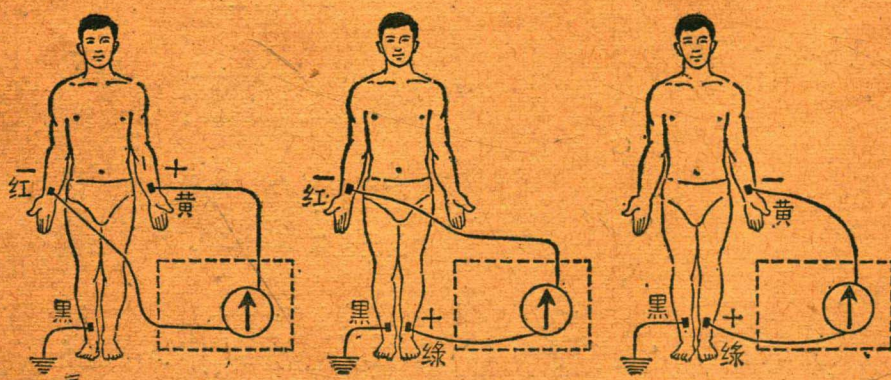
3. 心肌细胞的复极变化：细胞完全除极后，又恢复原来的极化状态，称为复极。细胞先除极部分（甲端）先复极，向着后除极（乙端）部分方向进行，前者呈正电压；后者呈负电压，又形成了电位差，故产生复极的动作电流，在乙端描记出一个向下的波，反之在甲端得一个向上的波，由于复极过程比除极过程缓慢，电压较低，故产生一个较宽，低而圆钝的复极波。图 I—III。

（二）、整个心脏激动时的动作电流：整个心脏是由无数心肌细胞所构成，因此整个心脏的动作电流是无数心肌细胞的动作电流的总和，又称为综合心电向量，它有一定方向和大小。而心房肌和心室肌可看作为二个大的细胞集合体，心脏产生的电流就是心房肌和心室肌二大细胞集合体发生的电流。从上述单细胞心电产生原理，就可以理解整个心脏激动时所产生的动作电流，用心电图机就可描记出每一心动周期的一组波形。

三 导 联

将二个电极置于身体表面二个不同部位，并用导电线与心电图机相连接、即构成电路，这种装置称为导联。常用导联有下列几种。

（一）、标准导联（又称双极肢体导联）。每一种标准导联均反映二个肢体电极间的电位差的变化。



图二 标准导联的方式

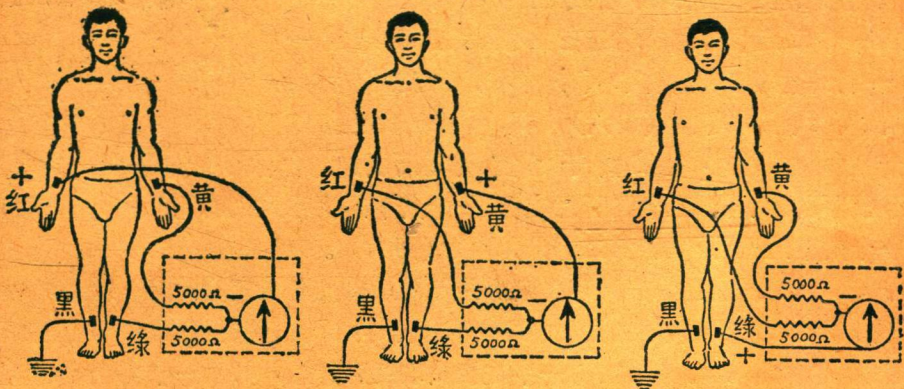
标准导联联线方式

名 称	符 号	正 (阳) 电极板		负 (阴) 电极板	
		位 置	接导线 (色)	位 置	接导线 (色)
标准第一导联	I	左 臂	黄	右 臂	红
标准第二导联	II	左 腿	绿	右 臂	红
准备第三导联	III	左 腿	绿	左 臂	黄

(二)、加压单极肢导联：加压单极肢导联能反映所探查的身体一个部位的电位变化。

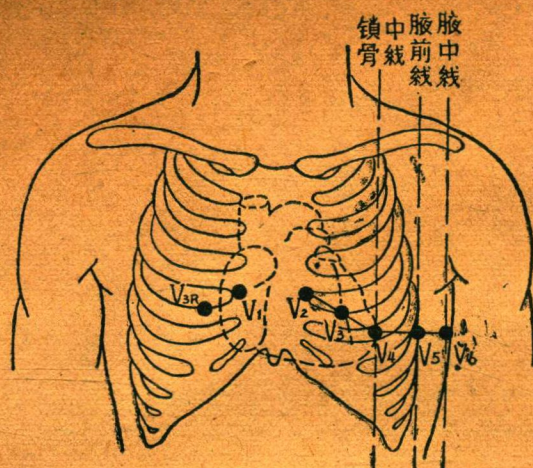
加压单极肢体导联联线方式

名 称	符 号	探查电极板 (正极)		无关电极 (负电极)
		位 置	接导线 (色)	
右臂加压单极肢导联	aVR	右 臂	红	左臂与左腿电极板各通过5000欧姆电阻后相互联接而成
左臂加压单极肢导联	aVL	左 臂	黄	右臂与左腿电极板各通过5000欧姆电阻后相互联接而成
左腿加压单极肢导联	aVF	左 腿	绿	右臂与左臂电极板各通过5000欧姆电阻后相互联接而成



图三 加压肢体导联的连接方式

(三)、单极胸导联：由胸前探查电极与无关电极构成。无关电极是将3个肢体电极板各通过5000欧姆的电阻后再相互联接成一个中心电端，此中心电端电压差不多近于零，将心电图机中的负极与中心电端连接。探查电极放在胸部各个位置，即得单极胸导联。常用的有6点： V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 、 V_6 (图四)，必要时还需记录 V_3R 、 V_7 、 V_8 等。



图四 单极胸导联的探查电极位置

- V₁ 胸骨右缘第4肋间
- V₂ 胸骨左缘第4肋间
- V₃ V₂与V₄连线中点
- V₄ 左锁骨中线与第5肋间相交点
- V₅ 与V₄同一水平的腋前线处
- V₆ 与V₄同一水平的腋中线处
- V₇ 与V₄同一水平的腋后线处
- V_{3R} 右胸与V₃对称的部位。

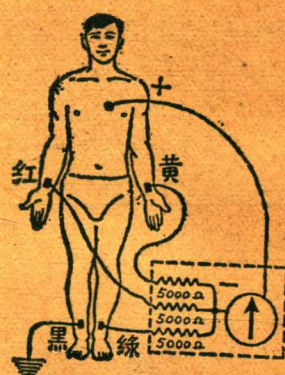
四、心电图的波形名称和产生原理

正常每一心动周期的心动电流在心电图机上描记出一组波形。一组典型的心电图有5(6)个波,自左到右称为P、Q、R、S、T、及U等波(图六),其中P波是由心房的激动所产生,其他各波都由于心室激动所引起,合称心室复合波,并可分为二部分,第一部分为Q、R、S、三个波所组成,第一个向下的波称为Q波,第一个向上的波为R波,R波后第一个向下的波为S波。第二部分为T波(图六)。

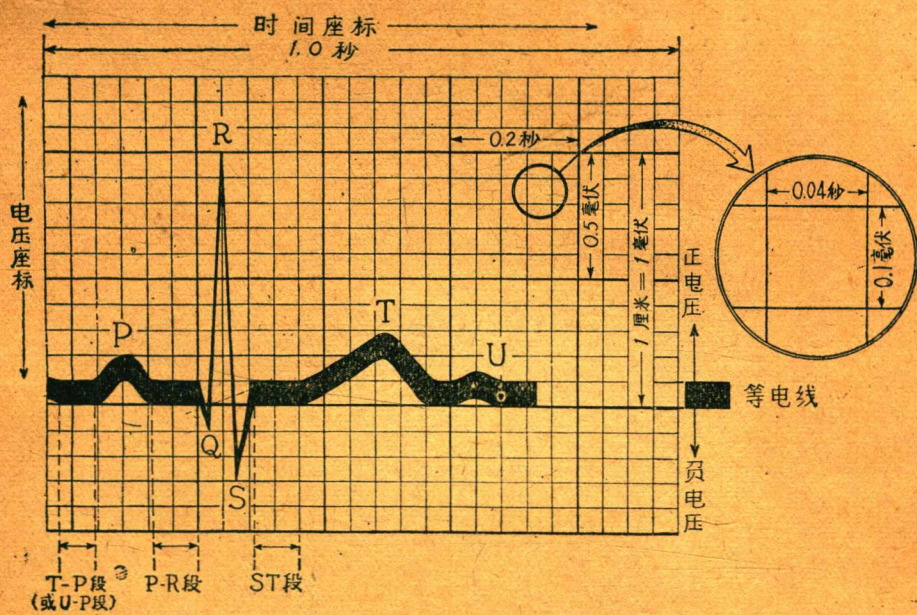
(一)、P波的形成:心房激动由窦房结开始,首先刺激窦房结旁心房肌,然后顺心房肌向四面传导,总的传导方向由右上方向左下方传导,P波形态视探查极与心房激动方向相互间的位置而定(图八)。P波的前一半主要由右心房产产生,其后一半主要为左房所产生。

(二)、QRS波群的形成:心房激动经房室结传到房室束,沿左右束枝传到室壁的心内膜下通过传导纤维网,使激动自心内膜传向心外膜,因此QRS波群形成可分为下列5个步骤来说明(图九)。

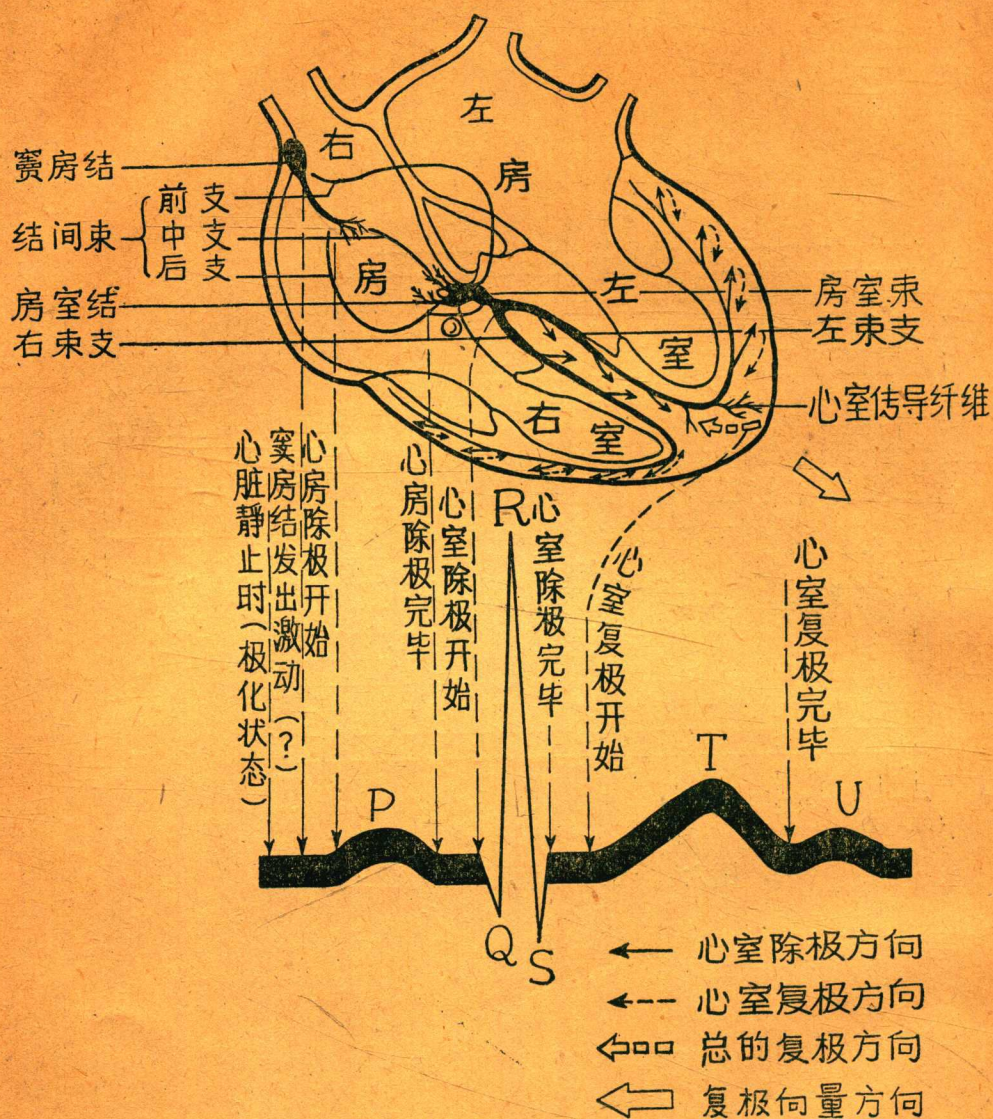
1. 由于解剖组织特异性,首先激动的部位是心室间隔的左面,激动的方向从左向右,若将探查极置于右心室表面(甲处),描记出一个小的向上的波(r波);探查极置于左心室表面(乙处),就描记出一个小的向下波(q波)(图九-1)。



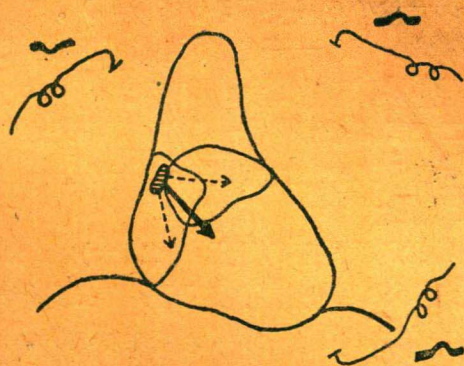
图五 单极胸导联的连接方式



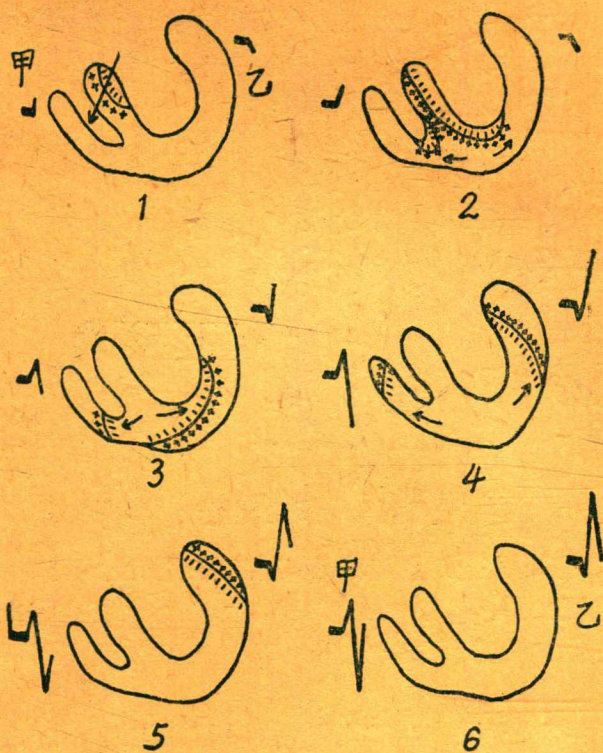
图六 正常心电图及心电图坐标



图七 心脏内激动的正常传布与心电图关系



图八 心房波的形成



图九 心室波的形成

2. 随着激动波的传布，心室间隔，心尖部及邻近的部分左右心室亦被激动，除极从心内膜向心室外壁方向前进。由于右心室激动稍早于左心室，此时综合心电向量仍偏向右侧，所以甲处r波继续略为增高，而在乙处q波继续略为加深（图九—2）。

3. 随后左右心室同时除极，由于右心室壁较薄，较早完成激动，此时左心室壁继续进行除极，综合心电向量面向左侧，所以在甲处的探查电极记录出一个向下深大的S波，而在乙处则记录出一个高大的向上R波（图九3—4）。

4. 最后激动的是左心室壁的后上方，产生向左后的综合心电向量。所以左心室表面探

查电极还可能继R波之后出现一个小的向下S波（图九—5）。

5. 两个心室均完全除极后，心脏表面各点无电位差，此时无动作电流产生。在甲乙二处的探查极描记出从波峰回到零点等电线上（图九—6）。

（三）、T波的形成，二心室完全除极后，心室肌逐渐开始复极。心外膜比心内膜面先复极，因此正常T波常与QRS综合波中主要波的方向相一致。

五、正常心电图

（一）、心电图图纸上的时间及电压的测量：（图六）

心电图记录纸上印有直线及横线划分成许多小格，每二条细线之间的距离（高度和宽度）均为一毫米；每二条粗线之间的距离为5毫米（即5个小格）。

横线代表时间，当心电图记录纸运行的速度为每秒25毫米时，二细线之间为0.04秒，二粗线之间为0.2秒。

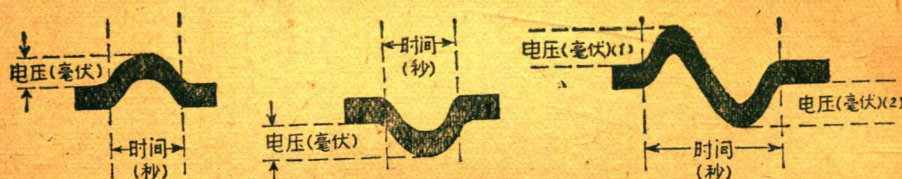
直线代表电压，在输入一定标准电压（即一毫伏的电压）使记录笔在图纸上有一厘米的移位，则每一小格等于0.1毫伏。

（二）、心电图各波及其时间、电压和方向：

[P波]： 1. 方向： I，II，aVF正立，aVR倒置，III，aVL，V₁₋₃向上，或倒置或成双向，V₄ V₅正立或低平。

2. 时间（宽度）不超过0.11秒

3. 电压（振幅）不超过0.25毫伏



图十 P波测量法

[P—R间期]，为心房开始除极（激动）到心室开始激动时间，也称房室传导时间，测定P—R间期时，应选择P波最宽的导联，一般即为II导联。正常人P—R间期为（0.12秒~0.20秒）儿童为0.12—0.19秒。

[QRS综合波]

1. 时间：QRS波群开始至终末，即整个QRS波群的宽度，代表全部心室肌激动或除极过程所需要的时间，正常成人0.06—0.1秒。儿童为0.04~0.08秒。其中Q波不超过0.04秒。

2. QRS波群在各导联的波形、与电压。

（1）、胸导联：

① 在V₁、V₂导联（右胸导联）相当于右心室表面呈小r与深S波，即rS波型又称右心室波型，偶成QS型，R/S < 1。在V₅、V₆导联（左胸导联），相当于左心室表面，则为大R小s波，呈qRs，qR，Rs或R波型，又称为左心室波型，R/S > 1；V₃、V₄的RS波相等，呈RS波型，相当于左右二心室之间之过渡区，又称过渡区波型。

② Q波：其电压并不超过同导联中R波的1/4，时间不超过0.04秒，Q波在V₃，V₅不应超过0.3毫伏，V₃很少有Q波，V₁，V₂中不应有q波。

- ③ R波：V₁ R波电压平均约0.2—0.3毫伏，一般不超过0.7毫伏；V₅不超过2.5毫伏。
- ④ S波：V₁ V₂中一般不超过2毫伏，平均为1.2—1.6毫伏，V₅应少于0.7毫伏。
- ⑤ R与S波之和：RV₁+SV₅<1.2毫伏，RV₅+SV₁<4毫伏。

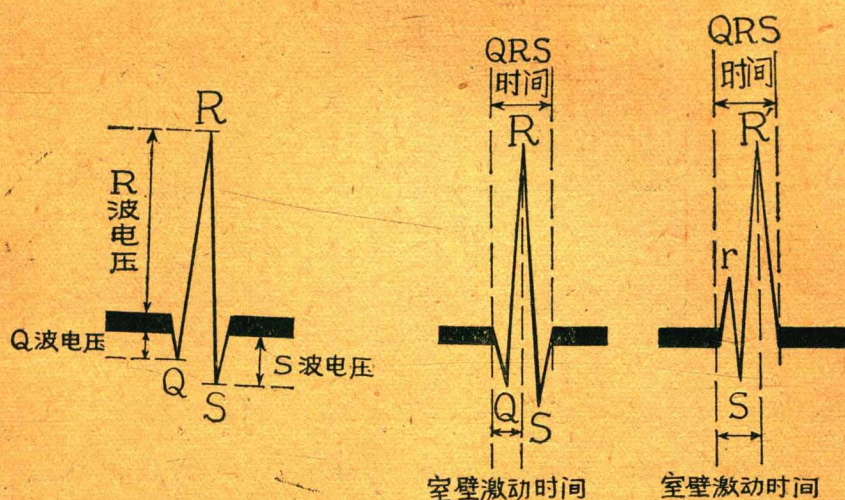
(2)、肢导联：在标准导联和加压单极肢导联上的QRS波群随心电位和心电轴的变化而定。(见心电轴和心脏转位)。

① Q波：若I、II、aVL及aVF的波形基本为向上的qR波，其q波不应超过R波的1/4，时间不应超过0.04秒。III导联偶可见较深的Q波。

② R波：在aVL中不应超过1.2毫伏，aVF中<2毫伏，aVR中<0.5毫伏。

③ 三个加压单极肢导联或三个标准导联中，每个导联的R和S波电压的算术和应>0.5毫伏，或三个标准导联R波与S波的总和应>1.5毫伏。

3、心室壁激动时间，在胸导联中，从QRS波开始到R波顶峰的时间称为室壁激动时间，表示心室完成激动所需要的时间。V₁、V₂导联的心室壁激动时间、正常为0.01~0.03秒。V₅、V₆的心室壁激动时间正常为0.02~0.05秒(图十一)。



图十一 QRS波群的测定

[S—T段]一般处在等电线上，或可向上下偏移，正常S—T段压低(即向下偏移)，在任何导联中，不应超过0.5毫米，S—T段抬高(即向上偏移)在肢体导联中不超过1毫米，胸导联V₁—V₃中不应超过3毫米，V₄—V₆不应超过1毫米。S—T段的偏移是与QRS波群起点作比较。S—T段为QRS波群之终点到T波开始之前的一段，代表心室除极后开始复极前的一段平线。

[T波]是在S—T段之后一个比较低宽的波，为心室复极时所产生的波型。T波的上升速度慢下降较快，故上下两枝可不对称。

① 方向：一般与QRS波群的主波方向相同。aVR倒置；I、II、V₃—V₆直立；III、aVL、aVF、V₁可直立，双相，或倒置；V₂绝大多数为直立，少数可双向或倒置。

② 电压：在R波为主的导联中，T波直立时应>1/10R波，胸导联中T波可高达1.2—1.5毫伏，但V₁T波一般不超过0.4毫伏。在肢导联中，直立T波平均为0.2—0.4毫伏，但

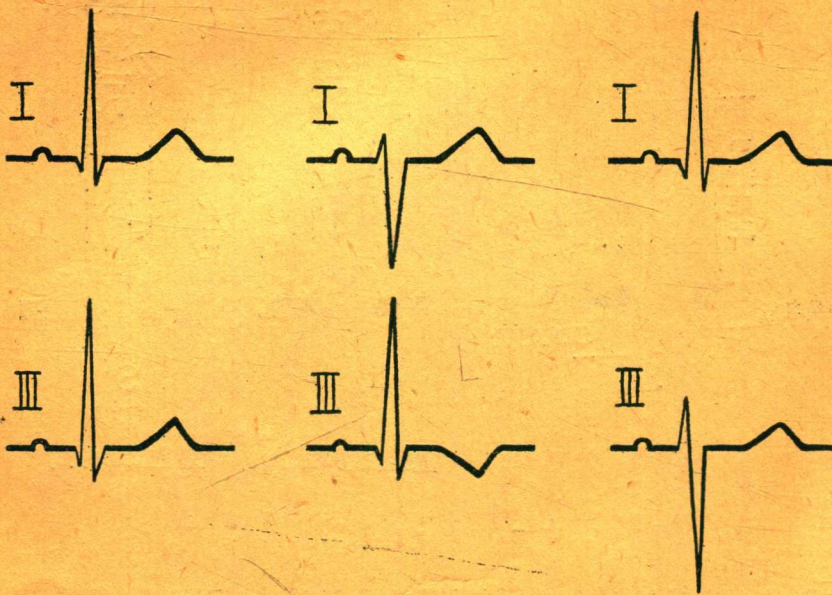
aVL及aVF的倒置T波应 <0.25 毫伏。aVR可深达 0.6 毫伏。

[Q—T间期]从Q波(或R波)开始到T波结束的一段时间代表心室除极到复极的总时间。Q—T时间的长短随心率的快慢而变化,一般用 $Q-T = K\sqrt{R-R}$ 公式计算, K为常数 $0.39-0.40$, Q—T间期的正常范围为 $Q-T = 0.39\sqrt{R-R} \pm 0.04$ 秒。一般成人心率每分钟70次时 Q—T时限不应超过 0.4 秒。

[U波]为T波后 $0.02-0.04$ 秒后出现一个低宽而向上的小波,其形成的原理尚不明瞭。正常u波宽 $0.1-0.3$ 秒,方向一般与T波相一致。电压多在 0.05 毫伏以下,以 V_3 为最高,有时可达 $0.2-0.3$ 毫伏。

六、心电图与心脏转位

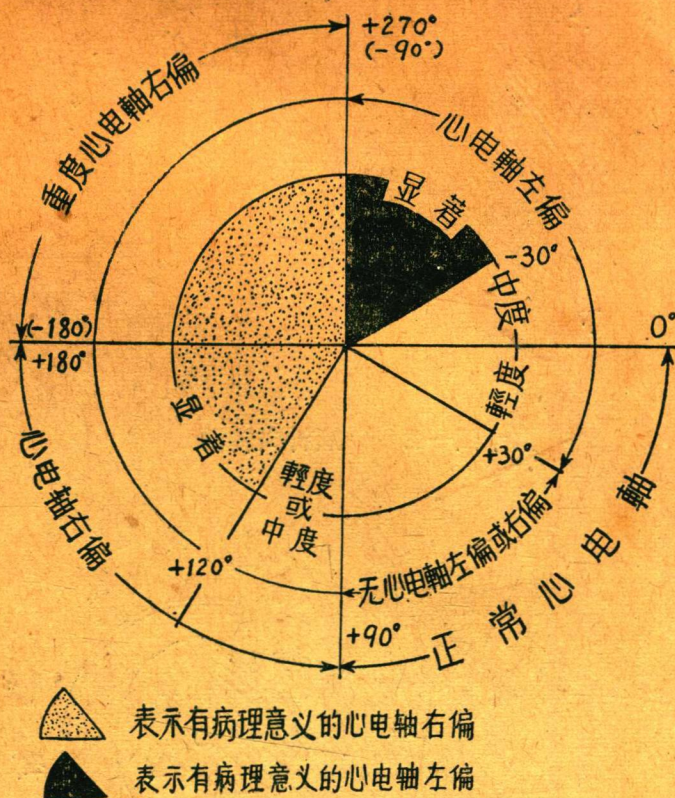
(一)、心电图:一般称心脏平均电轴是指心室除极过程中 QRS 波群在额面上的方向,即该向量与 I 导联正电段所成的角度,简称心电图轴。测定平均电轴的简单方法是从 I 和 III 导联 QRS 波群的主波方向来约略估计有无电轴左偏或右偏,如 I 和 III 导联 QRS 波群的主波方向相反,表示电轴左偏,两个导联的 QRS 的波群主波方向相对,表示电轴右偏(图十二)。



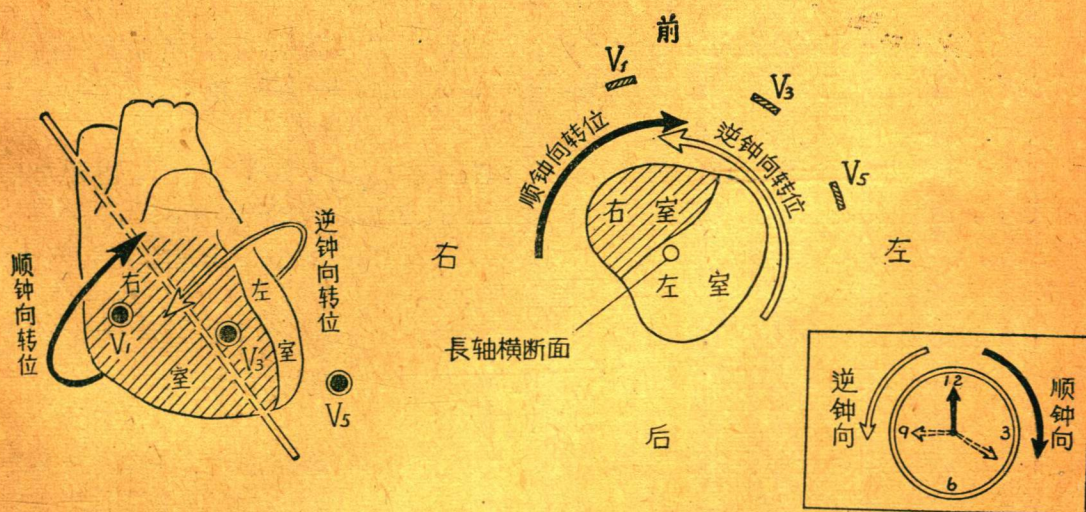
图十二 心电图轴偏移的目测法

正常平均电轴在 $0^{\circ}-90^{\circ}$ 之间,若在 90° 以上为电轴右偏,小于 0° 表示电轴左偏(图十三)心电图轴偏移常受生理因素影响,如幼婴心脏下垂电轴可轻度右偏;肥胖、妊娠、心脏横位电轴可轻度左偏,在病理情况下,电轴右偏见于右心室肥大,电轴左偏见于左心室肥大,左束枝传导阻滞。

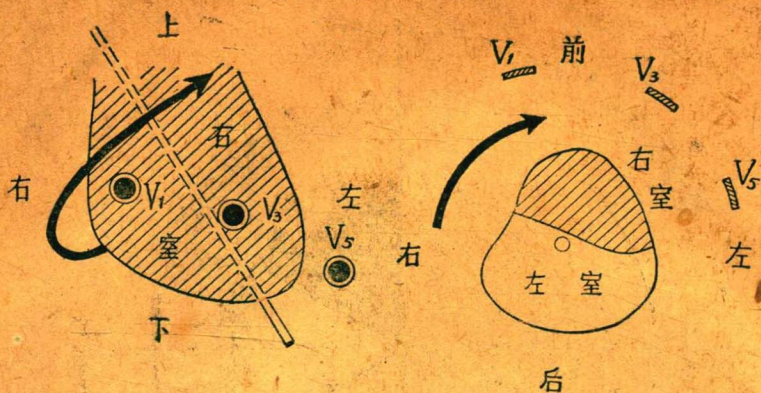
(二)、心脏的钟向转动:从心尖到心底部联成一线即为心脏的长轴,心脏环绕其长轴转动,可呈顺钟向转动或逆钟向转动(图十四—1),心脏的钟向转位在心电图上是根据胸导联QRS波形来决定的。



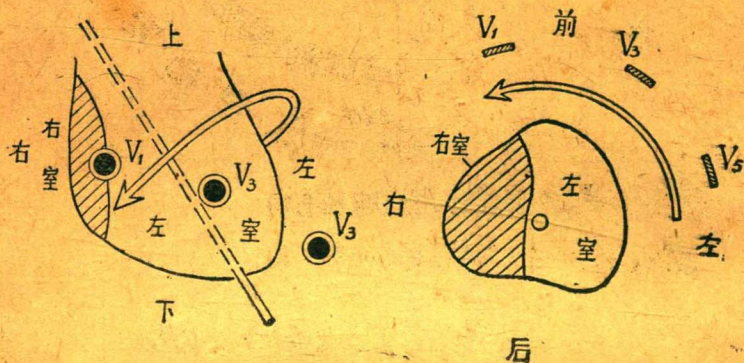
图十三 心电轴的正常范围及异常偏移



图十四—1 心脏钟向转位（横面图）（从膈下往上看）



图十四-2 顺钟向转动



图十四-3 逆钟向转动

1. 顺钟向转动：因右心室向左转移，占整个心前区，左心室被推向后，所以 V_1-V_4 甚至 V_5 均为右心室波型，呈rS型，过渡区波型移向 V_5 、 V_6 。明显顺钟向转动多见于右心室肥大（图12-2）。

2. 逆钟向转动：因左心室向右向前转动，右心室被推向右后，故 V_3 甚至 V_2 出现左心室波型呈qR，过渡区波型在 V_1 。明显逆钟向转向见于左心室肥大（图十四-3）。

（三）、心电位，心脏环绕心脏前后轴转动，可使心脏在胸腔内向左上或向下（右）转动，可呈6种心电位位置。

正常人大多数属垂直位或半垂直位，而横位与半横位仅见于少数老年人。心电位不等于解剖上心脏位置，但可与I、III导联配合以判断电轴是否具有病理意义的偏移。

七、心电图各波，段及间期异常的临床意义：

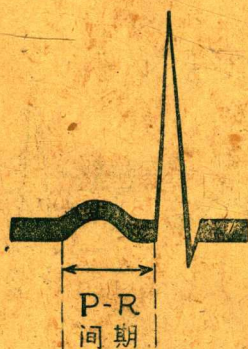
[P波] 1. 时间与电压大于正常表示有心房肥大。2. 在P波为正立导联上如P波倒置（即逆行性P波），表示结性心律。

[P-R间期]：P-R间期延长超过正常最高值为第一度房室传导阻滞。缩短 < 0.12 秒多见的为结性心律。

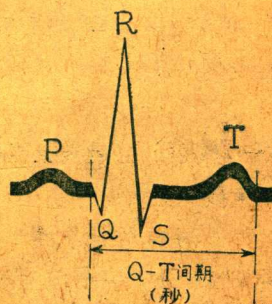
QRS 波群 心电图	导联	aVL	aVF
悬垂型			
半悬垂型			
中间型			
半横置型			
横置型			
不定型			

[QRS] 1. Q或/及S波电压过大,或R/S比例倒置提示心室肥大, 2. g波过深过宽, 常是心肌梗塞的坏死区。3. 三个标准导联中每一个导联的QRS波电压的算术和少于0.5毫伏, 或三个标准导联QRS电压之总和少于1.5毫伏, 则为低电压。见于少数正常人, 全身浮肿, 肺气肿, 大量心包积液及心肌损害等。

[S—T段]: 1. ST段压低超过正常为心肌损害或缺血。2. ST段抬高超过正常为心肌损伤, 急性心肌梗塞, 心包炎等。3. S—T段明显延长是血钙过低表现。



图十五 P—R间期测量法



图十六 Q—T间期的测定量法

[T波]: T波低平, 双向或倒置改变多见于心肌损害, 如心肌炎、心肌缺血、电解质紊乱, 药物影响等。

[Q—T间期]: QT时间延长超过正常最高值的0.03秒以上为显著延长, 超过正常最高值但不超过最高值的0.03秒称轻度延长。Q—T时间延长常见原因有心肌病变, 低钙, 高钾, 心室肥大等。Q—T时间缩短见于洋地黄作用, 血钙过高。

[U波]: U波增高、增宽见于血钾过低, 奎尼丁、洋地黄及肾上腺素等药物作用。

八、心电图的测量方法

(一)、心率的测量:

1. 数30个中格(每格为0.2秒)中的R或P波的数目, 乘以10即为每分钟的心率数。此法一般适用于心律不规则。

2. 测定两个P或R波间的时间, 代以下列公式或可查表即可得出每分钟心率。

$$\text{心率(次/分)} = \frac{60}{P-P \text{ 或 } R-R \text{ 间期(秒)}}$$

(二)、各波电压及间期的测量

1. P波 见图十。
2. P—R间期 见图十五。
3. QRS波群的测定 见图十一。
4. Q—T间期的测定法 见图十六。
5. S—T段的测定法 见图十七。

1. 测量各波电压(即振幅)方法, 测量一个向上波形的高度应从等电线上缘垂直量到波形最高处之上缘, 如波形呈双相, 则应以上下波振幅大小相加。测量一个向下的波形深度, 应自等它线下缘垂直测到波形最低处下缘。

2. 测量各波时间, 由波形之凸出点开始计算, 如测向上P波时间, 应自等电线下缘开始上升之处量到终点。向下P波时间, 应自等电线上缘开始下降之处量到终点。测QRS波群, 则从等电线上缘下降之Q波开始测量到S波的终点。

Q或S波的时间, 由Q波或S波下降枝开始测量到QRS波上升枝与等电线上缘的交点的水平距离。

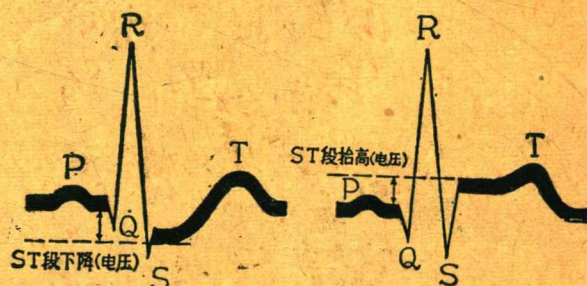
(三) 各间期测量法

1. P—R间期: 自等电线下缘P波开始上升点测到Q波或R波开始下降或上升之处。

2. Q—T间期: 应自Q波在等电线下降开始测量到T波的终点。

(四) S—T段偏移的测量

S—T段下降: 从P—R波段的下缘测量到S—T下缘的垂直距离, 也可从P—R段上缘测量到S—T段的上缘。



图十七 S—T段的测定

S—T段抬高、应从P—R段的上缘测量到S—T段上缘垂直距离

九、采用心电图检查的指征

心电图检查对心脏情况的了解虽然重要，但不能完全代替病史和体格检查，故应避免滥用，其主要应用范围如下：

1. 鉴别各种临床上不能确定的心律失常。
2. 查明和判定冠状动脉循环功能障碍的重要证据，如心肌梗塞。
3. 协助诊断心肌损害和缺血，如各种病因所致心肌炎，心肌缺血，内分泌疾病等。
4. 了解某些药物使用过程中对心肌的影响，如毛地黄、奎尼丁，酒石酸锑钾，吐根素等，并协助正确掌握上述药物的使用。
5. 提示心房心室肥大的情况，从而协助各种心脏病的诊断。
6. 对早期发现和处理电解质紊乱，特别是血钾过高和过低提供重要参考价值。
7. 观察心导管检查或心脏手术过程中的心电图变化可以反映心率，心律和心肌功能情况，以指导手术的进行和提供必要的药物处理。

十、心电图图片阅读程序：

(一) 先将各导联的心电图按标准导联，加压肢体导联及胸导联顺序排列，I、II、III、aVR，aVL，aVF，及 V_1 ， V_3 ， V_5 ，检查操作过程有无误差，再检查标准电压是否正确，有无减半电压。

(二) 找出P波，观察P波之形态、方向及与R波之关系，确定是窦性心律还是异位心律。测量P—P之间期是否规则。

(三) 找出QRS波群，测定R—R间隔时间，计算出心率，如心律不规则，则应至少需连续测量5—10个R—R间隔期的时间求得平均值，推算其平均心率。

(四) 测定P—R间期，Q—T间期及QRS波群等的时间。

(五) 观察分析各导联中QRS波群，T波的形态方向与电压，测定电轴有无偏移，S—T段抬高或压低。

(六) 根据aVL，aVF，及 V_1 ， V_3 ， V_5 各导联之QRS波形确定心脏心电位的位置和钟向转动。

(七) 结合临床资料进行心电图的分析，作出心电图的诊断。

如病员过去作过心电图检查，应与过去作比较。

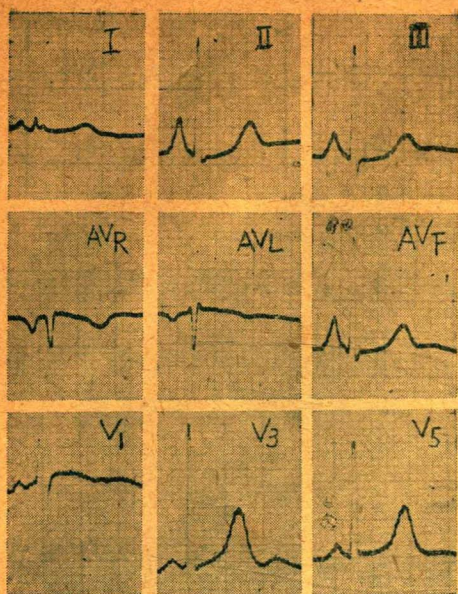
常见异常心电图的特征与临床意义

心房肥大

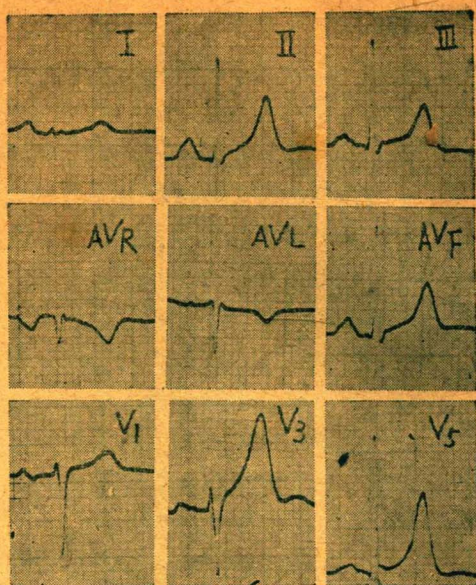
(心电图特征)

(一) P波电压增高，超过0.25毫伏。

(二) P波时间增宽，达0.12秒以上，常伴有切迹。右心房肥大P波呈高而尖，(图十八)，以II、III及aVF导联为明显，又称“肺型P波”；左心房肥大P波呈增宽并有切迹，(图十九)，以I及aVL导联为明显，又称“二尖瓣P波”。



图十八 右心房肥大



图十九 左心房肥大

[临床意义]: 右心房肥大常见于先天性心脏病和肺原性心脏病, 左心房肥大见于风湿性心脏病二尖瓣狭窄。

二 心室肥大

(一) 左心室肥大

[心电图特征]

1. QRS 波群电压增大

- (1) V_5R 、 V_6R 波 > 2.5 毫伏
- (2) $SV_1 > 2$ 毫伏
- (3) $RV_5 + SV_1 > 4$ 毫伏
- (4) $R_{aVL} > 1.2$ 毫伏
- (5) $R_{aVF} > 2.0$ 毫伏
- (6) $R_I + S_{III} > 2.5$ 毫伏

2. QRS 时间轻度延长 $0.1 \sim 0.11$ 秒

3. 左心室壁激动时间延长 > 0.05 秒

4. 心电轴显著左偏

5. ST段及T波变化、在 V_5V_6 胸导联以及R波为主波的导联中呈S—T段下降, T波平坦双相, 或倒置, 为左心室劳损改变。

[临床意义]不少健康青年和胸壁较薄成人可有左胸导联QRS波单独高电压表现。左心室