

心電圖的臨床應用

(教學參考材料)

中國人民解放軍軍醫學院編印

一九七一年十月

毛主席語录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

知识的问题是一个科学问题，来不得半点的虚伪和骄傲，决定地需要的倒是其反面——诚实和谦逊的态度。

我们能够学会我们原来不懂的东西。我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将善于建设一个新世界。

前言

伟大领袖毛主席教导我们：“事物的矛盾法则，即对立统一的基本法则，是唯物辩证法的最根本的法则。”又说：“运动本身就是矛盾。”

人体自胎儿开始直至出生、衰老、死亡，心脏无时无刻不在搏动，以推进血液循环。心脏这种不停息的缩舒活动，就是心肌不断地自行产生并自行解决矛盾的过程。在这一运动中，心肌首先产生电激动。电激动开始以后，心肌即开始收缩，电激动一完成，心肌即开始舒张（图1—1）。如此周而复始，心脏即搏动不息。没有电激动，就没有心肌的舒缩。心脏的电活动，通过组织体液传导至体表面。临床心电图学就是将体表面所感受的心电活动记录下来，以了解心脏健康情况的科学，并结合其他临床资料，帮助作出正确的诊断。

关于心电图在临床上的应用价值，我们必须学会全面看问题。心电图对于诊断一切心律失常，急性心肌梗死，分辨左或右心室肥厚有极大的帮助，甚至有决定性的诊断价值。对于心肌炎，心包炎，某些药物影响与电解质紊乱也往往有很大的诊断意义。对

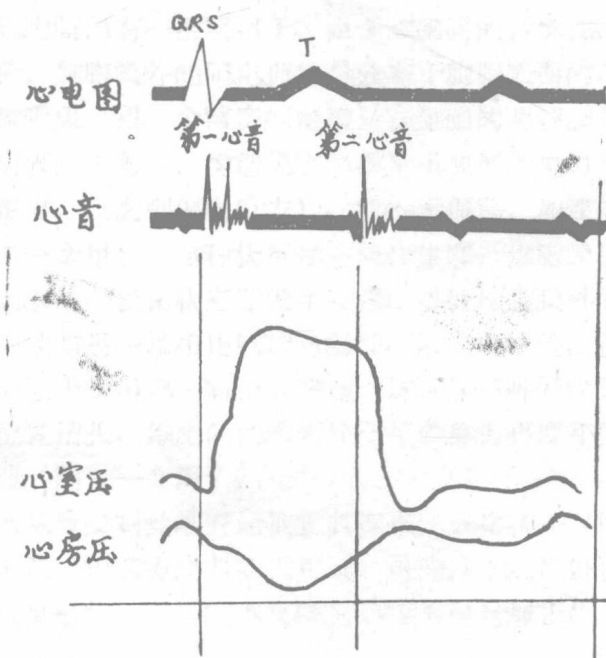


图1—1 心电图与心动周期的关系同步描绘示意图
(心室压增高表示心室收缩)

肺心病，冠状动脉供血不足等也可有辅助诊断价值。心电图对诊断心脏疾病虽是重要工具，但是不能反映心肌收缩能力，不能显示心肌的储备力，有时患有心力衰竭，心电图可能正常。心电图更不能表示心内瓣膜损伤情况及心脏病的病因，且其正常范围相当宽。因此，只能认为心电描绘是一项临床诊断的辅助方法。分析心电图必须结合有关临床资料，尤其是病史、体检，全面进行。否则，就可能得出片面的错误的结论。

检查心脏电流开始是用三角的原理。认为把右肩、左肩、耻骨联合三点联接起来即形成一等边三角，并且假设心脏电流就在这个三角的中心，躯体是均匀一致的导电物质，把心电均匀地传导到体表面。以后单极导联创用于心电图，于是拿单极观念来解释心电现象。目前利用心电向量的检查，清楚的可以看到心电是立体的向量，是具有空间的。心电图是在各导联上的平面投影。同时也认识到以前的三角学说是有点缺点，是不大符合实际生理情况。比如说，右肩、左肩、耻骨联合的三点连线并不是一个等边三角形，心脏更不是在这个三角的中心。“单极观念”有严重的片面性。

毛主席教导我们：“看问题要一分为二。”目前所用的心电检查方法虽然有缺点，但在临床上使用已长达半个世纪，不论对于正常或病变都积累了丰富的经验，成为一门有实用价值的科学。心电向量学尚处在幼年时期，是有发展前途的，需要深入探索和经验的积累。目前有条件的单位，心电向量图也只是用来作为心电图的辅助工具。

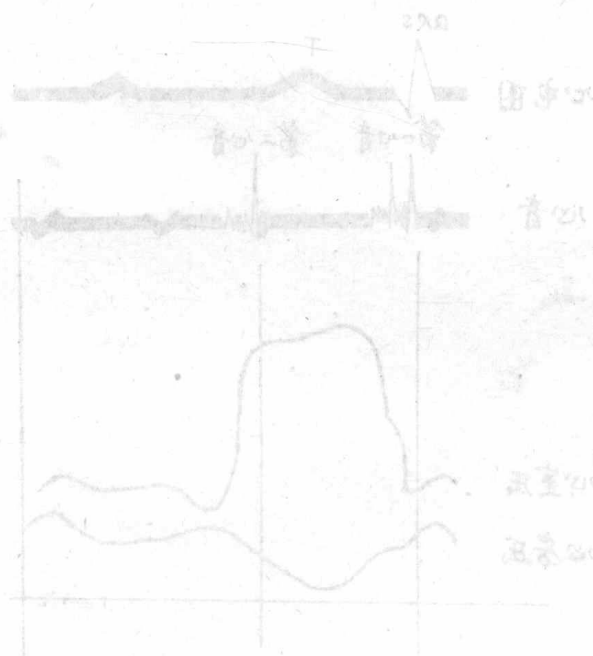


图5-1-1 示向量环及其在三个导联轴上的投影 (即标准心电向量图)

目 录

前 言

第一章	心电图的基本原理	(1)
第二章	常用心电图导联	(9)
第三章	空间向量心电图与心电图的关系	(13)
第四章	心电位	(20)
第五章	正常心电图	(33)
第六章	心肌肥厚	(38)
第七章	房室束支传导阻滞	(46)
第八章	心肌梗死	(51)
第九章	冠状动脉供血不全	(59)
第十章	电解质紊乱、药物及炎症对心电图的影响	(63)
第十一章	心律失常	(71)
第一节	兴奋起源紊乱	(72)
第二节	兴奋传导紊乱	(88)
第十二章	小儿心电图特点	(95)
附 录		(99)

第一章

心电图的基本原理

毛主席教导我们：“感觉到了的东西，我们不能立刻理解它，只有理解了的东西才更深刻地感觉它。”心电图是一门实践科学，为了能较好地临床实践，现在简单地谈谈心电图的几点原理。

一、细胞的生物电流

心肌细胞同其它具有生命的动物细胞一样，在它健康而相对静止时，细胞膜外分布着一层阳离子，细胞膜内有一层阴离子。由于细胞膜的特殊性，保持细胞外为阳电荷，细胞内为阴电荷。细胞膜外的阳电荷等量分布于细胞表面的各部分。此时细胞表面无电位差，没有电流现象。用一个精密的电流计在细胞的两端测量，（任何电流计都有两个极片，阳极与阴极，+与-。构造规定阳极片所感受的电力较阴极片所感受的电力为正时指针即偏向正方，反之则偏向负方），指针无偏移。如连接在描绘器上，描绘平基线，无波幅（图1-2甲）。这种状态称为极化状态，细胞膜称为极化膜。

当细胞某处受到激动，极化状态即发生变化，该处细胞膜外的阳电荷迅速进入细胞内，因而受激动的一端与另一端相比则较为阴性，造成电位差，产生电流。电流计上的指针向正向偏移，描绘上即出现一向上的波动。这种状态叫做除极（图1-2乙）。

除极完成，电位差消失，细胞的两端暂处于平衡称为再度平衡。电流计的指针回到零。描绘亦回到基线（图1-2丙）。

此后，细胞自动从原受刺激端开始恢复其原来的极化状态（图1-2丁）。因此，又造成电位差产生电流，但其方向与除极相反。电流计上的指针偏向负方，描绘亦向下波动。这种状态叫做复极化。复极完成又恢复到原来相对静止状态，无电位差（图1-2戊）。

下一次受到激动，再进行除极与复极。此种不断地自行产生矛盾，并自行解决矛盾的过程，也就是生命过程的一种表现。

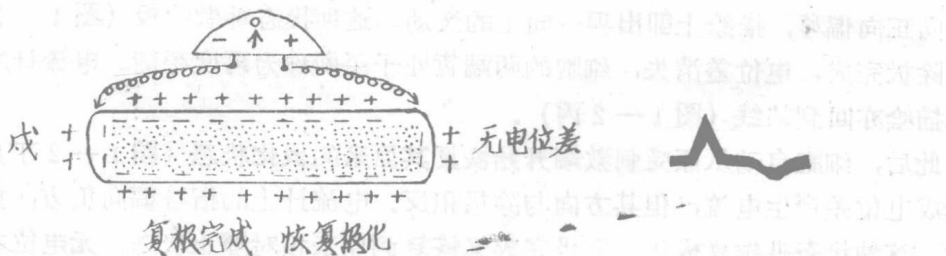
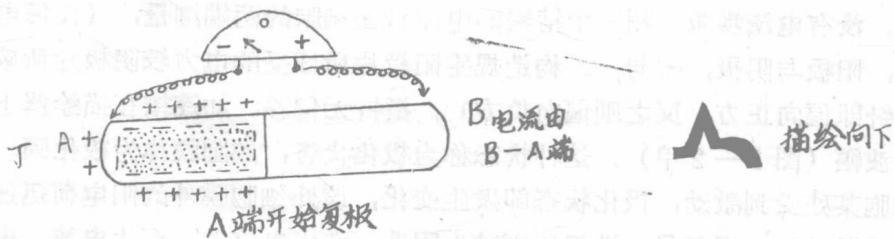
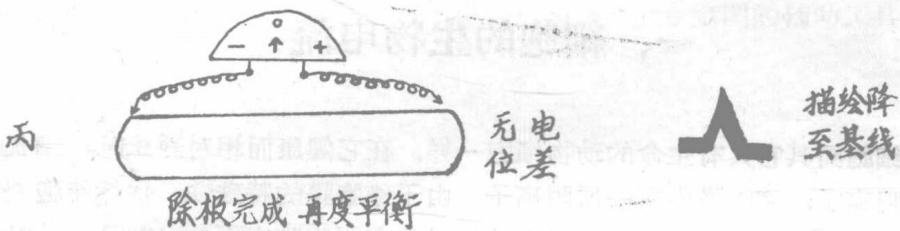
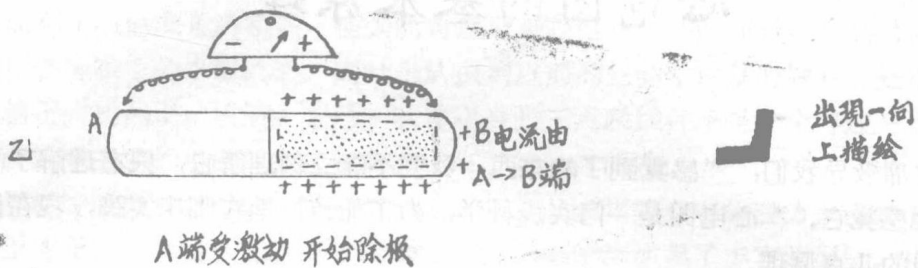
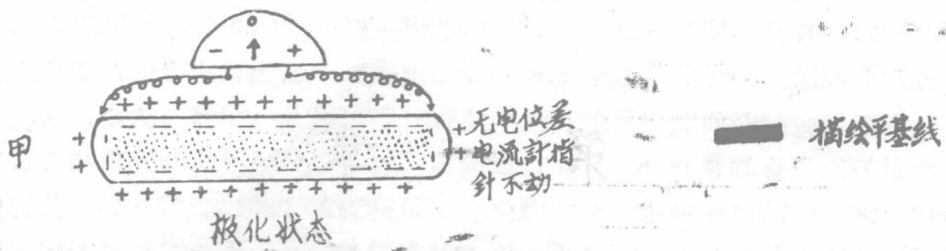


图 1-2 细胞生物电形成示意图

二、电流的向和量

认识一个电流,应从它的三点特性进行分析,一是电流的量(大小),二是电荷(正负),三是方向。用一条带箭头的直线来表示,线的长短代表量的大小,箭头方向表示电流的方向,同时也包含了电荷。箭头代表正电荷,箭尾为负电荷。心电图也不例外,研究心电图就是要了解它的向与量。因此,把心电图称为心电图向量是更为合理的。

三、电流的合力与分力

一条肌纤维产生的电流,有它一定的向与量(图1-3a)这容易理解。若在同一瞬间有多数肌纤维除极,所产生的电流,有大有小,有同向与不同向,根据力学平行四边形的定律,即可得出综合向量。如图中b、c两个向量方向基本相同,其合力(综合向量)为d。e、f两个向量,方向基本对向,其分力(综合向量)为g。h、i、j三个向量,i、j两个向量相加得出k,k再与h相加,即得出向量l。l即为最后的综合向量。

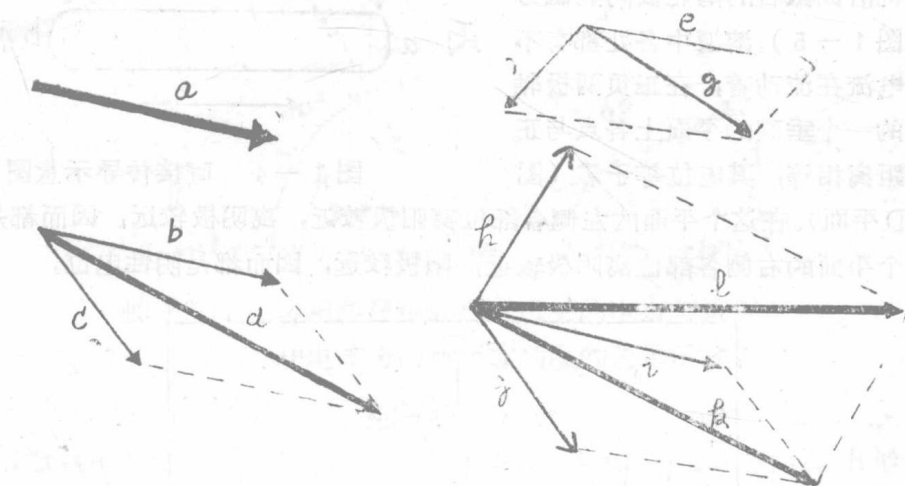


图1-3 电力的合力与分力示意图

四、直接传导与容积传导

图1-4所示,将一个精密电流计的负正两个极片直接放在一个肌纤维的a、b两端,当肌纤维从a端开始除极时即描绘出一向上的波幅(图1-4甲)。若是将电流计的

两极片,对换放在a、b两端,肌纤维仍从a端开始除极。由于正极片比负极片所感受的电位为负,即绘出一完全向下的波纹,其幅度与甲的向上幅度相等(图1—4甲)。若是将电流计负极片仍放在肌纤维的a端,将正极片移到肌纤维中间c处,仍从a端开始除极,就得到一个先上后下、幅度几乎相等的描绘(图1—4乙),这样的传导叫做直接传导。

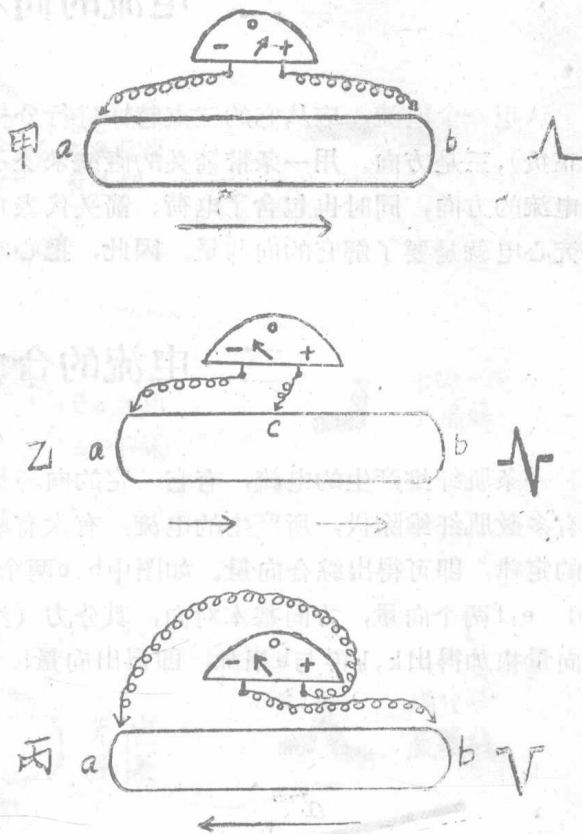


图1—4 直接传导示意图

测绘人类心电图,不可能把电流计的正负极片直接放在心肌上。心脏所产生的电流是通过组织和体液传到体表面。我们是在体表面进行测绘。这就好象在一盆稀盐水中放置一个电池。由于稀盐水是导电体,电流即分布于整个溶液。这种导电的方式叫做容积传导。电流分布情况恰如磁石的南北极间的磁力线一样(图1—5)。溶液中各处都有不同强度的电流在流动着,在正负两极轴线的正中的一个垂直的平面上各点与正负两极的距离相等,其电位等于零(图1—5CD平面)。在这个平面的左侧各部位离阳极较近,离阴极较远,因而都是阳性电位。在这个平面的右侧各部位离阴极较近,阳极较远,因而都是阴性电位。

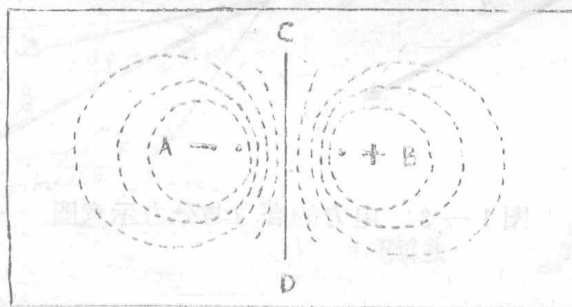


图1—5 容积传导电位分布示意图

体表面上各点所感受的电力与下列三个因素有关:

1. 与心电图向量强弱有关:强者电力大,波纹的振幅也大。
2. 与心电图向量的距离有关:距离短波幅大,距离长波幅小。例如图1—6,

A—B是电流方向的延长线。设若沿A—B线在不同点上测量，便会发现，各点电力强度是与它和电流中心的距离平方成反比。例如图1—6 P_1 离电流中心为2个单位， P_2 为3个单位，假设电流的本身为E，于是 $P_1 = E \times \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4} E$ ， $P_2 = E \times \frac{1}{3^2} = \frac{1}{9} E$ 。

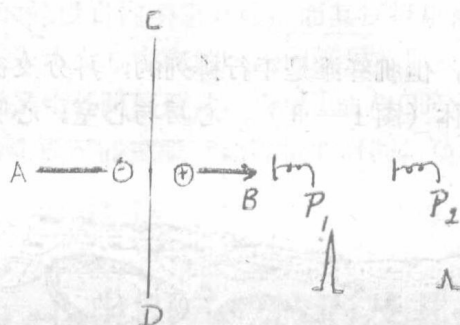


图1—6 电位的强度与距离的关系

3. 与心电图向量联线所形成的角度有关：电极片正对心电图向量时电力最强，所绘出的波形幅度最大，与心电图向量联线所形成的角度愈大，电位愈弱，波形的幅度亦愈小。它们的关系是 $E \cdot \cos \phi$ 。

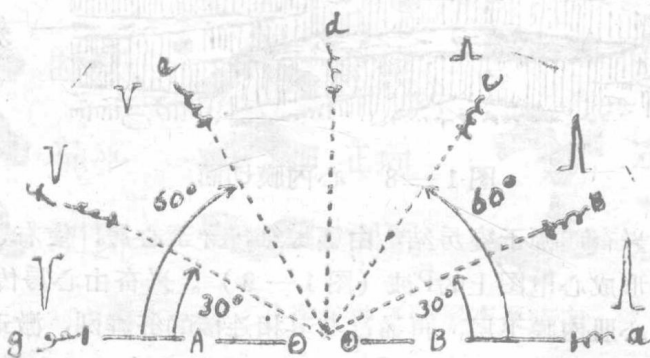


图1—7 容积传导中各点所感受的电力与该点和电流方向所形成角度的关系示意图

图1—7所示a.b.c.d.e.f.g等在容积传导中的7个点，都与电流中心，距离相等，a.b.c都在正电位侧，各点都呈现向上的描绘。b点与电流的方向A—B形成30°的角度，它所感受电力与a点相比，假设a点的电力为E。 $\cos 30^\circ$ 为0.866，因此该点的电力为 $E \cdot \cos 30^\circ = E \times 0.866 = 0.866 E$ 。C点与A—B形成60°的角度，因此其电力为 $E \cdot \cos 60^\circ = E \times 0.500 = 0.5 E$ ，d点为90°， $\cos 90^\circ$ 为0，其电力即为 $E \times 0 = 0$ 。e.f.g.各点均在负电位侧，其描绘均向下各点波幅的深度分别与c.b.a的高度相同。

根据上述几点实验，容积中任何一点的电力可以用一简单公式说明，即：

$$V = \frac{E \cdot \cos \phi}{r^2}$$

容积传导中某一点的电力 (V) = 电流本身的电力 (E) × 该点与电流方向所形成

角度的余弦 ($\cos \phi$)，被该点与电流中心距离的乘方 (r^2) 除。

五、心电图各波产生的原理

心肌纤维虽有千千万万，但肌纤维是平行排列的，并分支彼此连接成网，使整个心脏形成两个大的细胞融合体（图 1—8），心房与心室。心脏的电流也就类似这两个融合体相继产生的电流。

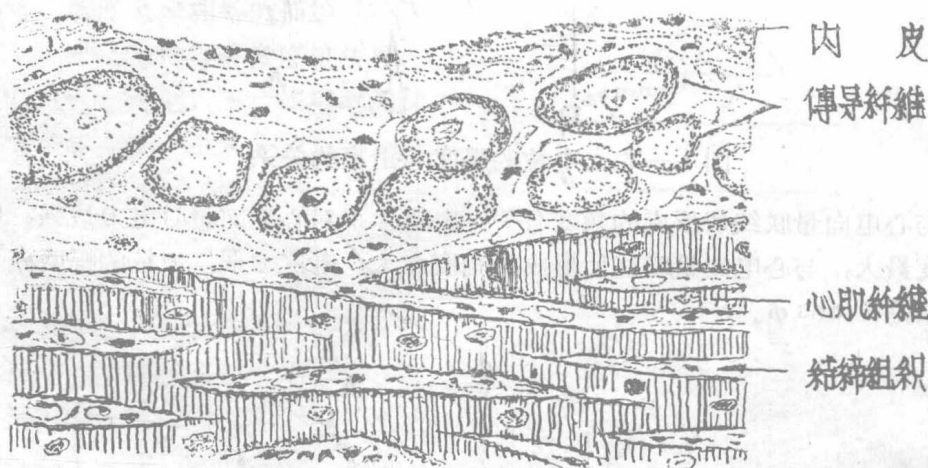


图 1—8 心内膜切面

在正常情况下，兴奋起源于窦房结，由窦房结传导至心房，使右心房首先除极，继而扩散至整个心房，形成心电图上的P波（图 1—9）。兴奋由心房传至房室结，经房室束及左右束支进入心肌内膜下层，再通过与其相连接的纤维网，激动心室，使心肌由

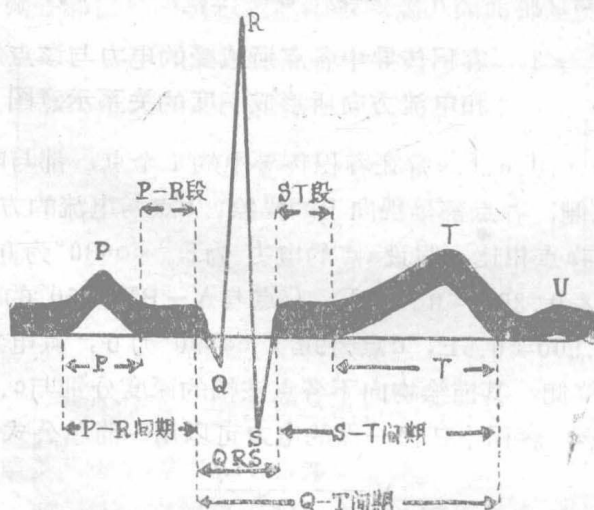


图 1—9 典型心电图图解

内层至外膜层除极，形成QRS波群。与此同时，心房进行复极，但电力弱，波幅小，混于QRS波群中而不显，经过短时的再度平衡（心电图上表现为S—T段），心室肌即进行复极，心电图上即出现T波。于是在心电图上呈现P、QRS及T三个波。根据细胞生物电流原理，复极波应与除极波方向相反，但人类心电图上的T波与QRS基本同向，换句话说，心室肌的除极自内层开始，而其复极则由外膜层开始，关于这一点，目前尚无满意的解释。有人认为心室收缩时，内层心肌受到的压力比外层心肌稍大，因而比较缺血，复极换由外膜层开始，形成T波与QRS波群同向。心电图上的P—R时间代表自心房开始除极至心室肌开始除极的时间，Q—T时间大致代表心室收缩时间。

六、心电图各波波形及其命名

1. P波：

正常情况下，在多数导联上，P波为一圆钝向上的波，由于导联的不同，心电位的不同，以及某些心脏病理改变，P波可表现为多种不同的形态及方向，如图1—10。

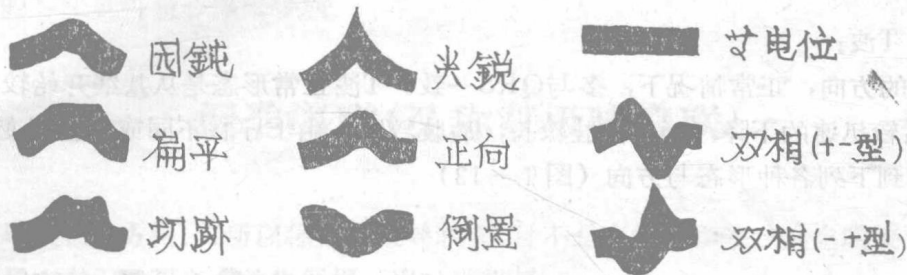


图1—10 P波各种不同形态及方向

2. QRS综合波：

QRS是一种综合波，它包含Q、R、S等几个波，R是第一个向上的波，R之前向下的波叫做Q波，R之后向下的叫做S波，如果S波之后又出现一向上的波，称为R'，如果R'之后又出现一向下的波称S'，如此类推，R"—S"……。如整个的综合波为一完全向下的波，称为QS波，见图11。

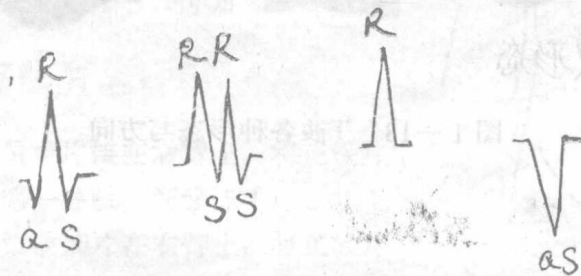


图1—11 QRS综合波的命名

QRS综合波为上下峭峻，光滑的波纹，当QRS低小时，可出现轻微模糊，病变时可出现切迹或双峰等变形，如图1—12。

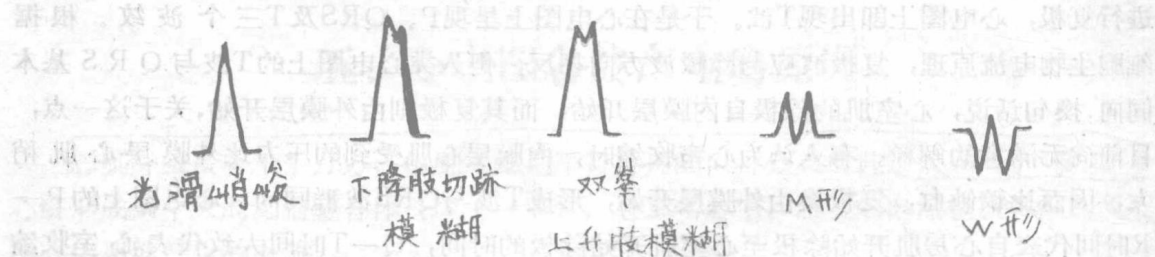


图1—12 QRS综合波各种波形

QRS综合波可呈现单相、双相、三相或多相的波幅，换句话说，有的导联上可能只有R波或QS波，有的只有RS波或qR波，有的有Q.R.S波或更多的波。QRS三个波不一定都到齐。Q.R.S各波幅的大小，可以用大、小写字母来表示，例如qR、表示小q大R波；qRs波表示小q、大R、小s波；rS表示小r大S波。

各导联上QRS综合波中的最大的波幅称为该综合波的主导波，例如Rs波，R是主导波，rS波，S是主导波。或者说前一综合波，其主导波向上，后一综合波，其主导波向下。

3. T波：

T波的方向，正常情况下，多与QRS一致。T波正常形态是从基线开始较缓慢的上升，然后较迅速的下降。形成前肢较长，后肢较短。由于导联不同或某些病变心电图上T波可见到下列各种形态与方向（图1—13）。

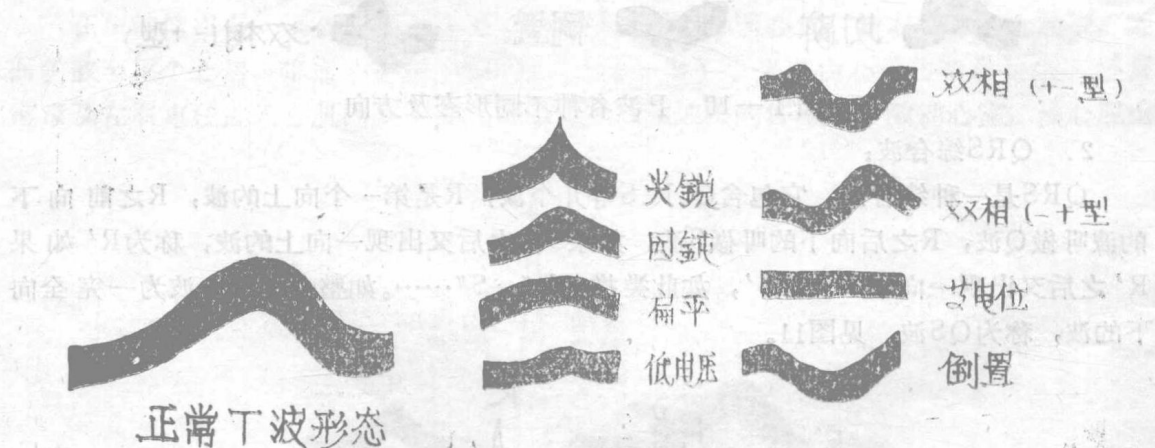


图1—13 T波各种形态与方向

第二章

常用心电图导联

测绘心电图是用心电图机。心电图机实际上是一个精密的电流计，它可以把微弱的心电放大，并描绘下来。心电图机有两个电极，一个正极（又叫探查极），一个负极（又叫无干极），构造上也是这样规定，当正极片所感应的电位比负极片较正时，所绘出的波纹向上，反之则向下。

如前所述，人体是一个容积的导体，心脏所产生的电流贯串于整个机体。测绘心电图通常是将心电图机的两个极片放置在体表面上。但体表面上各点所感应的电位各各不同，电极片放置的方法就叫做心电图导联。

一、标准导联(又称双极肢导联)

这一套导线联接方法，其所以称为标准导联者，并不是它的科学性较其它联接方法更为严谨，而是它心电图学上首先倡用。当时设想将右肩、左肩及耻骨联合三点联接起来，即成一等边三角形，同时假设躯体是一个均匀的导电体，心脏所产生的综合电力即在此三角的中心（图2—1）。

为了电极片安放方便起见，以右臂、左臂及左腿分别代表右肩、左肩及耻骨联合，四肢在这里仅作为电流的导线，并不影响所代表各点上的电位。

具体的联结方法有三：

1. 将心电图机的负极片接在右臂上，将正极片接在左臂上，叫做标准第一导联，简称标Ⅰ。
2. 将心电图机的负极接片在右臂上，将正极片接在左腿上，即构成标Ⅱ。

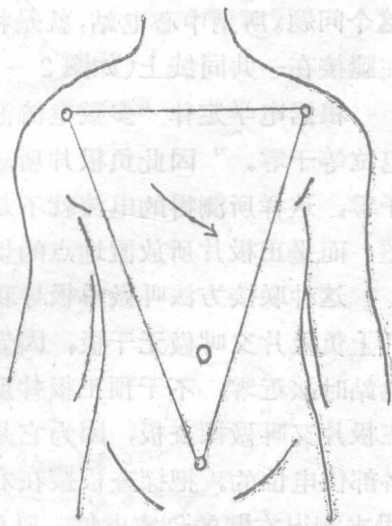


图2—1 心脏电流与躯体三点的关系

3. 将心电图机的负极片接在左臂上，将正极片接在左腿上，即为标Ⅲ。

心电图学上常用罗马字 I、II、III 分别代表一、二、三导联。这样测绘所得的电流是两个极片所感应的电位差，换句话说说是正电极的电位减去负电极的电位。假设右臂、左臂、左腿的平均综合电力分别为 -3 、 $+5$ 、 $+8$ 。那末标 I 即为 $+5 - (-3) = +8$ ，标 II 为 $+8 - (-3) = +11$ ，标 III 为 $+8 - (+5) = +3$ 。由于这两个电极片都感受有电位，所以测出的描绘是两点的电位差。因此标准导联又称为双极肢导联。

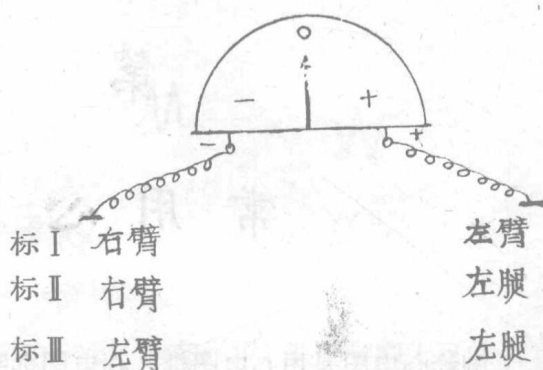


图 2—2 标准导联联接方法

二、单极肢导联

上节谈到双极肢导联，无论把电流计的电极片放在体表面的任何地点，两个电极片都感应到心电的电位，所测得的电流都是两极片的电位差。怎样能测到右臂、左臂、左腿的确实电位？如上面所举的例子，怎样知道它们的电力分别为 -3 、 $+5$ 、 $+8$ ？那只有将负极片放在零电位上，因为任何数值减去零，仍然是这个数值，在人体上是没有一个部位对整个心电周期来讲是零电位的。经过多年的研究，以后发现利用中心电站可以解决这个问题。所谓中心电站，就是将右臂、左臂、左腿接在一共同线上(如图 2—3)。

根据电学定律“多数电流汇流于一处，其电位等于零。”因此负极片所感受的电位接近于零，这样所测得的电流就不是两极片之电位差，而是正极片所放置地点的切实电位。

这种联接方法叫做单极导联，所以心电图机上负极片又叫做无干极，因为把它接在中心电站时接近零，不干预正极片所探查的电力。正极片又叫做探查极，因为它用来探查躯体各部位电位的。把探查极接在右臂上，就可以

用来测出右臂的切实电位，叫做右臂单极导联，用符号来代表，V 字代表单极，R 代表右臂，所以称为 VR 导联。同样将探查电极分别接在左臂、左腿上就成为左臂及左腿单极导联，分别称之为 VL 及 VF 导联。L 代表左臂，F 代表左腿(图 2—4)。

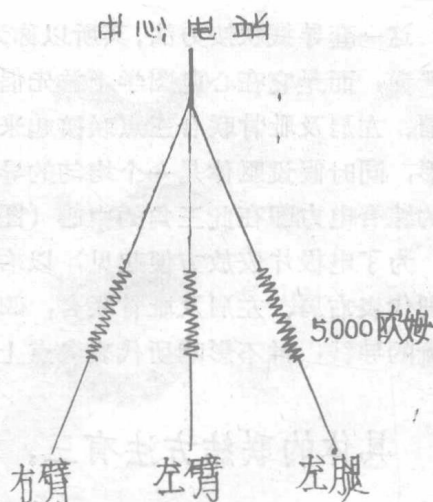


图 2—3 中心电站的组成

三、加压单极肢导联

关于单极肢导联接方法，后来有人加以修改，修改后，各波纹的形态，时限与单极肢导联完全一样，只是波纹的振幅加大了50%，称之为加压单极肢导联。简写以aV代表加压单极，因此分别成为aVR、aVL及aVF，例如aVR即代表加压单极右臂导联。其

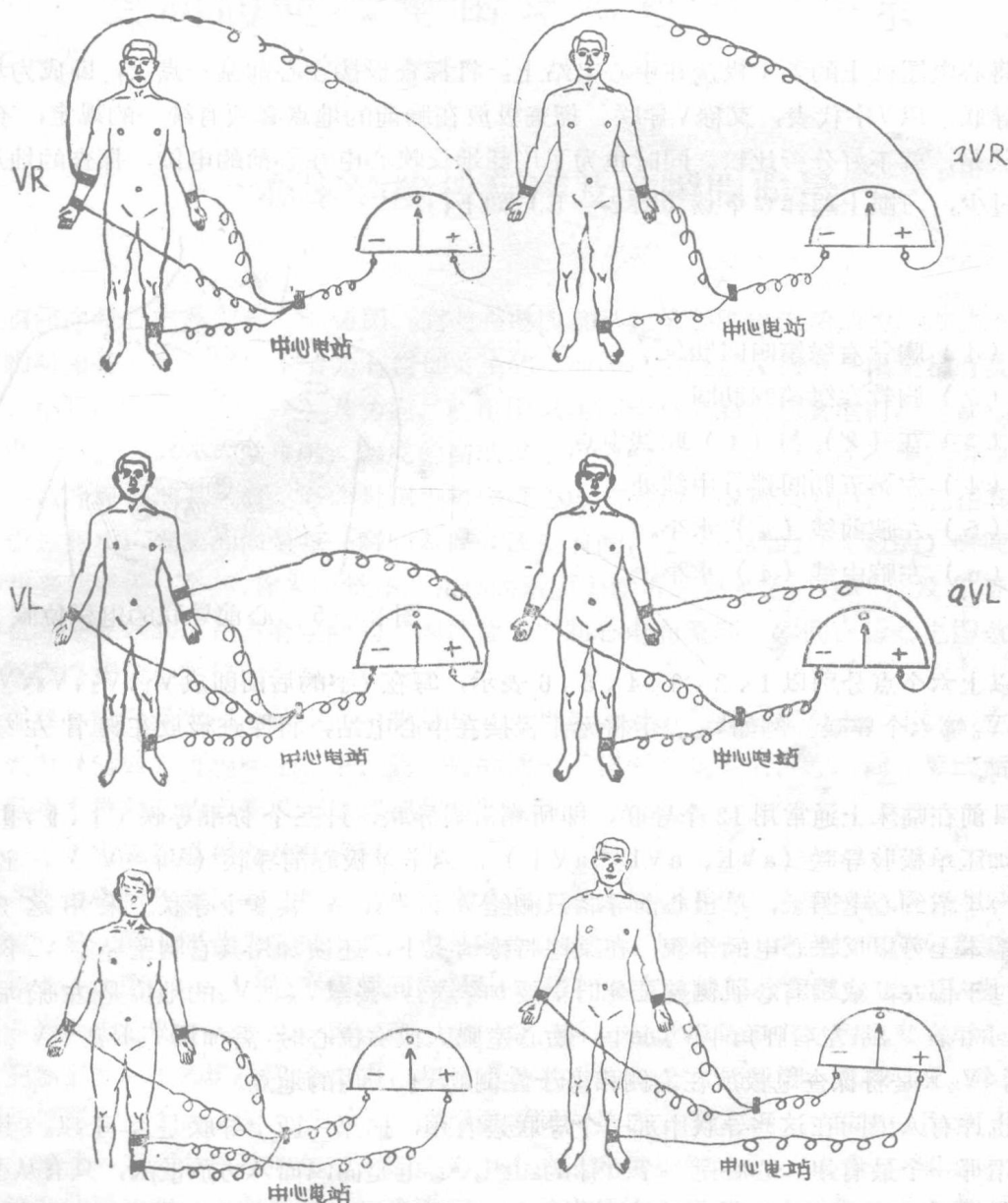


图 2—4 单极肢导联及加压单极肢导联的联线方法

联结的方法：如测 aVR 时将中心电站上的右臂电极撤除，只让左臂及左腿的电极线接在中心电站上，探查极接在右臂上，其它如 aVL 和 aVF 均仿此（图2—4）。目前一般均采用加压单极肢导联，而不用单极肢导联。

为什么中心电站撤除一根线所绘的波幅即增加50%，实践可以证明。用数学的原理也可以算出，由于这些数学公式比较复杂，这里就不加介绍了。

四、单极心前导联

将心电图机上的无干极接在中心电站上，将探查极接在心前某一点上，即成为单极心前导联，以 V 字代表，又称 V 导联。探查极放在胸前的地点必须有统一的规定，不然各行其是，就不好分析比较。同时也为了广泛地反映心电在心前的电位，探查的地点也不能过少，习惯上选择6个点（图2—5）如下：

- （1）胸骨右缘第四肋间。
- （2）胸骨左缘第四肋间。
- （3）在（2）与（4）连线中点。
- （4）左第五肋间锁骨中线处。
- （5）左腋前线（4）水平。
- （6）左腋中线（4）水平。

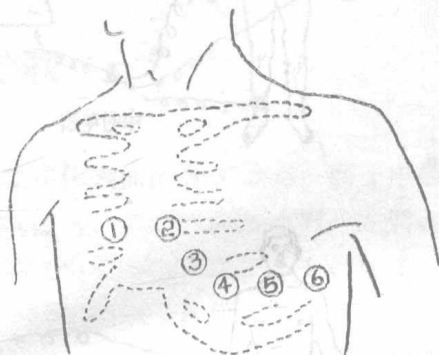


图2—5 心前导联的电积位置

以上六个点分别以1、2、3、4、5、6表示，写在 V 字的后面即成 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 、 V_6 等六个导联。例如 V_2 表示将无干极接在中心电站，将探查极放在胸骨左缘第四肋间。

目前在临床上通常用12个导联，即所谓常规导联。计三个标准导联（ I 、 II 、 III ），三个加压单极肢导联（ aVR 、 aVL 、 aVF ），六个单极心前导联（ V_1 — V_6 ），许多单位为了节约心电图纸，单极心前导联只测绘 V_1 、 V_3 、 V_5 共9个导联。采用这9个导联基本上可以反映心电的全貌，在某些特殊情况下，还须加用其它胸壁导联，例如心脏过于偏左，或疑有心肌侧壁梗死时需要加绘 V_7 ，甚至 V_8 。 V_7 的地位是左腋后线平 V_4 水平， V_8 是左肩胛角平 V_4 水平。右心室肥大或右位心时，需加用 V_3R 甚至 V_5R 。 V_3R 、 V_5R 是将探查电极放在右侧相当于左侧的 V_3 、 V_5 的地点。

也许有人提问在这些导联中那一个导联最有用，描绘一两个导联是否可以。其实无所谓那一个最有用，心脏是一个立体的组织，心电是向四面八方放散的，只有从多方面进行观察才能了解其全貌。不同的病变，比较明显的反映在不同的导联上。使用的导联过多，固然不必要，而且浪费，但过少则易造成遗漏。