

# 心电图学入门

# 心电图学入门

梁国才  
丁应铨 编著

云南人民出版社

## 心电图学入门

梁国才 丁应愕编著

\*

云南人民出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南新华印刷厂印刷 云南省新华书店发行

\*

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.75 字数: 231,000

1980年10月第一版 1980年10月第一次印刷

印数: 1—11,000

统一书号: 14116·61 定价: 0.83元

## 前 言

心血管病是危害人民健康的主要常见病之一。心电图检查在心血管病的防治和科研工作中有重要参考作用。目前全国各地心血管病的防治和科研工作进展较快。多数县、厂矿医院都有了心电图机，心电图检查已普遍应用。

我们综合了各地的经验和自己在工作中的一些体会，编成这本《心电图学入门》。本书主要介绍心电图的各项基本知识和诊断标准，同时也简要的介绍了小儿心电图、心向量图概念、希氏束电图、心腔内心电图和起搏心电图，并配有插图，可供医务人员、医学院校师生及有关技术、科研人员学习参考。

本书编写过程中，得到昆明市延安医院和昆明医学院第二附属医院领导的支持和鼓励，并承昆明市第一人民医院院长、内科主任医师姚直初同志审校，在此表示感谢。

由于我们水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳切希望读者予以批评指正。

梁国才 丁应鐸

# 目 录

## 第一章 心电图的简介

- 一、心电图定义..... 1
- 二、心电图的导联连接法..... 1
- 三、心电图机导联线接法和使用..... 2
- 四、单极食管导联心电图..... 2
- 五、心电图记录纸..... 3
- 六、心电图的临床应用价值..... 3

## 第二章 心电原理..... 4

- 一、心肌的生物电现象..... 4
- 二、正常心脏的除极和复极..... 6

## 第三章 正常心电图..... 7

## 第四章 心电图的分析方法..... 11

- 一、心电图的分析方法..... 11
- 二、心率的计算方法..... 12
- 三、电波测量法..... 13

## 第五章 心电轴、心电位和钟向转动..... 14

- 一、心电轴..... 14
- 二、心电位..... 15
- 三、钟向转动..... 15

## 第六章 心脏的起搏传导系统和心肌的生理特性..... 16

- 一、心脏的起搏传导系统..... 16
- 二、心肌的生理特性..... 17

## 第七章 心律失常概述..... 19

- 一、心律失常的原因..... 19
- 二、心律失常的分类..... 20

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 三、心律失常对血液动力学的影响.....        | 21        |
| 四、梯形图解在心律失常中的应用.....        | 22        |
| 五、心律失常的心电图分析步骤.....         | 22        |
| <b>第八章 窦性心律.....</b>        | <b>24</b> |
| 一、正常窦性心律.....               | 24        |
| 二、✓窦性心动过缓.....              | 24        |
| 三、✓窦性心动过速.....              | 25        |
| 四、✓窦性心律不齐.....              | 25        |
| 五、✓窦性停搏.....                | 26        |
| 六、游走性心律.....                | 27        |
| 七、病态窦房结综合症.....             | 28        |
| <b>第九章 房室交界性心律.....</b>     | <b>29</b> |
| 一、房室交界性逸搏.....              | 29        |
| 二、房室交界性心律.....              | 30        |
| 三、往复节律.....                 | 32        |
| 四、冠状窦节律.....                | 32        |
| 五、左心房节律.....                | 32        |
| <b>第十章 心室逸搏和心室自主节律.....</b> | <b>34</b> |
| 一、心室逸搏.....                 | 34        |
| 二、心室自主节律.....               | 35        |
| <b>第十一章 干扰和脱节.....</b>      | <b>35</b> |
| 一、房室脱节.....                 | 35        |
| 二、融合搏动.....                 | 37        |
| 三、心室内差异性传导.....             | 39        |
| 四、隐匿性传导.....                | 39        |
| <b>第十二章 过早搏动.....</b>       | <b>41</b> |
| 一、房性过早搏动.....               | 41        |
| 二、✓房室交界性过早搏动.....           | 42        |
| 三、✓室性过早搏动.....              | 43        |
| 四、✓间插性过早搏动.....             | 45        |
| 五、多源性过早搏动.....              | 46        |
| 六、平行心律.....                 | 46        |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第十三章 阵发性心动过速.....       | 48 |
| 一、房性阵发性心动过速.....        | 48 |
| 二、房室交界性阵发性心动过速.....     | 48 |
| 三、心室性阵发性心动过速.....       | 50 |
| 四、非阵发性心动过速.....         | 51 |
| 第十四章 扑动和颤动.....         | 52 |
| 一、心房扑动.....             | 52 |
| 二、心房颤动.....             | 52 |
| 三、心室扑动.....             | 56 |
| 四、心室颤动.....             | 56 |
| 第十五章 窦房、房内和房室传导阻滞.....  | 57 |
| 一、窦房传导阻滞.....           | 57 |
| 二、心房内传导阻滞.....          | 57 |
| 三、房室传导阻滞.....           | 57 |
| 第十六章 束支传导阻滞.....        | 63 |
| 一、左束支传导阻滞.....          | 63 |
| 二、右束支传导阻滞.....          | 63 |
| 三、室内传导阻滞.....           | 69 |
| 四、分支阻滞.....             | 69 |
| 五、双支阻滞.....             | 71 |
| 六、三支阻滞.....             | 73 |
| 第十七章 预激症候群.....         | 74 |
| 一、预激症候群产生的机制.....       | 74 |
| 二、典型预激症候群.....          | 74 |
| 三、变异型预激症候群.....         | 75 |
| 四、预激症候群的鉴别诊断.....       | 78 |
| 第十八章 麻醉和手术时的心律失常.....   | 80 |
| 一、麻醉和手术时引起心律失常的因素.....  | 80 |
| 二、麻醉和手术时心律失常的诊断.....    | 80 |
| 三、麻醉和手术时心肌缺氧的心电图表现..... | 80 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第十九章 心房和心室肥大的心电图     | 82  |
| 一、心房肥大的心电图           | 82  |
| 二、心室肥大的心电图           | 83  |
| 第二十章 心肌梗塞            | 90  |
| 一、急性心肌梗塞时心电图改变的特点    | 90  |
| 二、急性心肌梗塞的心电图早期诊断     | 90  |
| 三、心肌梗塞病程中心电图的演变      | 92  |
| 四、心肌梗塞的定位            | 92  |
| 五、心内膜下心肌梗塞           | 94  |
| 六、心肌梗塞合并束支传导阻滞       | 94  |
| 七、心肌梗塞并发心律失常         | 98  |
| 八、酷似心肌梗塞的心电图         | 100 |
| 第二十一章 冠状动脉机能不全       | 101 |
| 一、心绞痛                | 101 |
| 二、慢性冠状动脉供血不足         | 103 |
| 三、心电图二级梯双倍运动测验       | 104 |
| 第二十二章 心包炎、心肌病的心电图    | 108 |
| 一、心包炎                | 108 |
| 二、慢性缩窄性心包炎           | 109 |
| 三、心肌炎                | 110 |
| 四、原发性心肌病             | 111 |
| 五、克山病                | 111 |
| 第二十三章 具有病因诊断意义的心电图   | 113 |
| 一、右位心                | 113 |
| 二、肺原性心脏病             | 113 |
| 三、风湿性心脏病二尖瓣狭窄        | 116 |
| 四、心室膨胀瘤              | 117 |
| 第二十四章 药物影响及电解质紊乱的心电图 | 118 |
| 一、药物对心电图的影响          | 118 |
| 二、电解质紊乱的心电图          | 120 |
| 第二十五章 小儿心电图特点        | 124 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第二十六章 心腔内心电图和起搏心电图 .....        | 129 |
| 一、心腔内心电图 .....                  | 129 |
| 二、起搏心电图 .....                   | 130 |
| 第二十七章 描记心电图与书写报告的要求 .....       | 133 |
| 一、描记心电图的要求 .....                | 133 |
| 二、书写报告的要求 .....                 | 137 |
| 第二十八章 心电图机的正确使用、常见故障及维修 .....   | 141 |
| 第二十九章 心向量图的概念及其与心电图的关系 .....    | 142 |
| 一、导联体系 .....                    | 142 |
| 二、心向量图的轴和面 .....                | 142 |
| 三、心向量图的基本图形 .....               | 144 |
| 四、心向量图与心电图的关系 .....             | 144 |
| 五、心向量图的分析方法 .....               | 146 |
| 六、心向量图的临床应用 .....               | 147 |
| 七、几种常见疾病的诊断要点 .....             | 148 |
| 第三十章 希氏束电图 .....                | 152 |
| 一、希氏束电图的记录法 .....               | 152 |
| 二、希氏束电图的正常图形与意义 .....           | 152 |
| 三、希氏束电图的临床应用 .....              | 153 |
| 附录一 自导联 I、II QRS波测定心电轴表 .....   | 157 |
| 附录二 二级梯运动测验登梯标准次数表 .....        | 158 |
| 附录三 各种心电图负荷试验 .....             | 159 |
| 附录四 小儿各年龄组心电图数值的平均值及最小最大值 ..... | 160 |

# 第一章 心电图的简介

## 一、心电图定义

心脏机械收缩之前,心肌首先发生电激动,心肌在电激动的过程中所产生的微弱电流,可通过人体组织传导到体表,再通过装有放大和描记装置的心电图仪器,把每次心动周期的心电变化描记成连续的曲线,即为心电图。

## 二、心电图的导联连接法

电极板安置于人体任何两点,并与心电图机相连,以记录心电变化。此两点构成的电路,称为导联。常用的导联有下列数种(彩图见封四):

### 1. 标准导联

I 导联: 正电极板连接左上肢, 负电极板连接右上肢。

II 导联: 正电极板连接左下肢, 负电极板连接右上肢。

III 导联: 正电极板连接左下肢, 负电极板连接左上肢 (见图 1-1)。

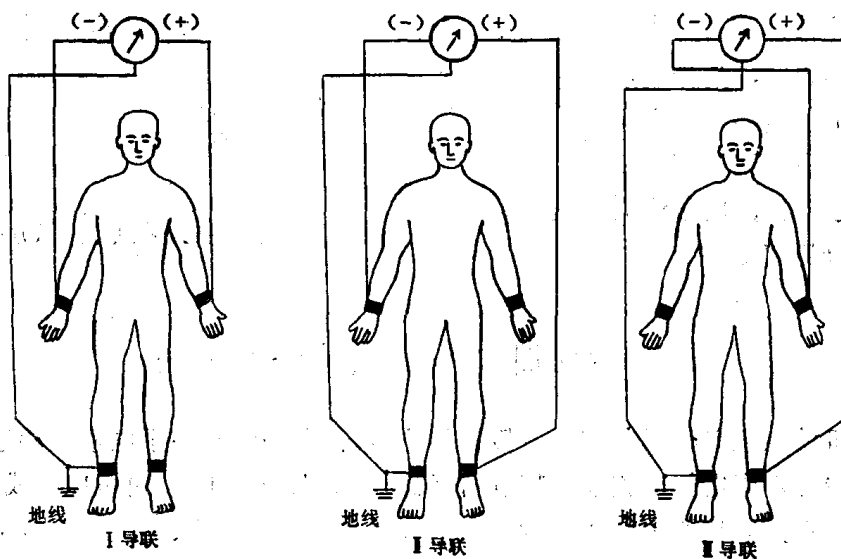


图 1-1 标准导联的连线方法

### 2. 单极导联

正极连接探查电极, 负极即无作用电极通过一个较大的电阻连接于中心电站, 这就是单极导联。所谓中心电站就是将左上肢、右上肢和左下肢连通在一点, 中心电站的电压应该是零。

### (1) 单极胸导联:

其探查电极位置如下 (见图 1—2) :

$V_1$ : 胸骨右缘第四肋间。

$V_2$ : 胸骨左缘第四肋间。

$V_3$ : 在  $V_2$  和  $V_4$  的连线中点。

$V_4$ : 左锁骨中线与第五肋间相交处。

$V_5$ : 左腋前线与  $V_4$  同一水平面。

$V_6$ : 左腋中线与  $V_4$  同一水平面。

除上述导联外, 必要时可作附加导联:

$V_7$ : 左腋后线与  $V_4$  同一水平面。

$V_8$ : 左肩胛下线与  $V_4$  同一水平面。

$V_{3R}$ : 右胸壁上  $V_3$  的对称点。

$V_E$ : 胸骨的剑突下。

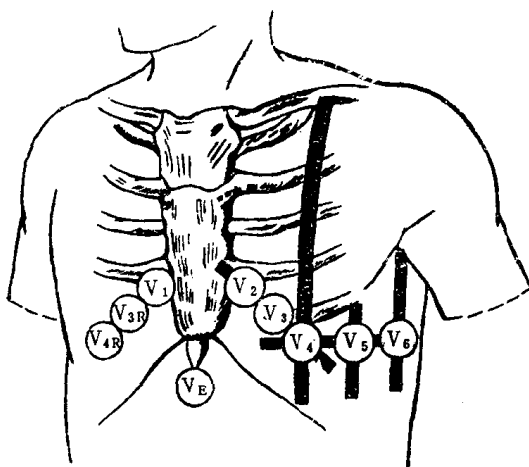


图 1—2 胸导联的探查电极位置

### (2) 加压单极肢体导联

探查电极置于右臂、左臂、左下肢, 无作用电极连接中心电站, 分别称为  $VR$ 、 $VL$ 、 $VF$  导联。但这样所得的图形波幅较小, 经过改进, 在描记某一肢体导联时使该肢体与中心电站的联系截断。当探查电极与右上肢相连时, 无作用电极仅与左上肢及左下肢连接, 称为  $aVR$ 。探查电极与左上肢相连时, 无作用电极仅与右上肢及左下肢连接, 称为  $aVL$ 。探查电极与左下肢相连时, 无作用电极仅与右上肢及左上肢连接, 称为  $aVF$ 。这样的连接法, 所描记的图形相同, 但电压却增加了 50%, 所以称为加压单极肢体导联 (见图 1—3)。

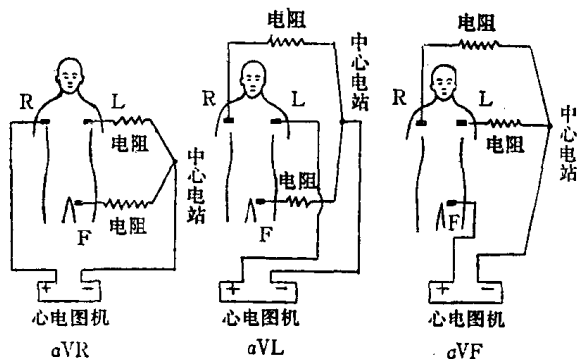


图 1—3 加压单极肢体导联的联线方式

## 三、心电图机导联线接法和使用

心电图机的红色电极线与右手电极板相连, 黄色电极线与左手电极板相连, 绿色 (或蓝色) 电极线与左脚电极板相连, 黑色电极线与右脚电极板相连, 白色电极线与胸部电极吸盘相连。然后, 调拨心电图机上的 导联选择开关, 依次作 I、II、III、 $aVR$ 、 $aVL$ 、 $aVF$  及  $V_1$ 、 $V_3$ 、 $V_5$  导联的描记 (描记胸导联时, 开关拨向 V 字, 探查电极依次吸附在胸部各探查点), 必要时加作  $V_2$ 、 $V_4$ 、 $V_6$ 、 $V_{3R}$  等导联的描记。

## 四、单极食管导联心电图

除以上所述的常用心电图导联外, 还有为特殊需要而采用的单极食管导联心电

I II III  
 $aVR$   $aVL$   $aVF$   
 $V_1$   $V_2$   $V_3$

图。方法是消毒的金属探查电极，涂上石蜡油，让病人慢慢咽下至食管内，用食管导联的探查电极与心电图机之胸导联线相连接，然后记录心电图。食管在心脏的后面，探查电极在离门牙15~40厘米处，心电图主要反映左心房的电位变化，可记录到较体表导联明显的P波；在离门牙40—50厘米处，心电图主要反映左心室后壁的电位变化，可记录到P波直立，QRS波群呈qR型，T波直立（见图1—4）。因此，食管导联心电图主要用于鉴别室上性与室性心动过速和诊断后壁心肌梗塞。

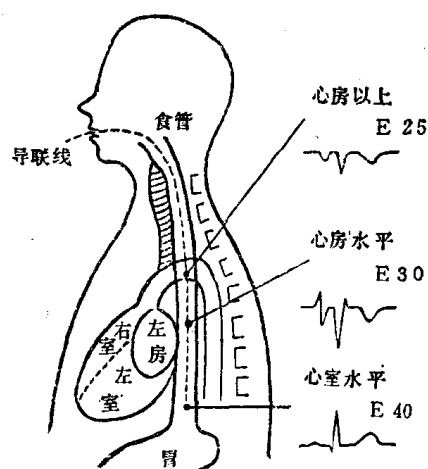


图1—4 食管导联心电图示意图

## 五、心电图记录纸

心电图记录纸上有竖线和横线。竖线之间的距离代表时间，描记时的走纸速度为每秒25毫米，两条竖线之间距离为1毫米，为0.04秒，两条粗竖线之间为0.2秒。横线之间距离代表电压，若输入1毫伏的标准电压使基线上移10毫米，则两条细横线之间距离是1毫米，为0.1毫伏（见图1—5）。

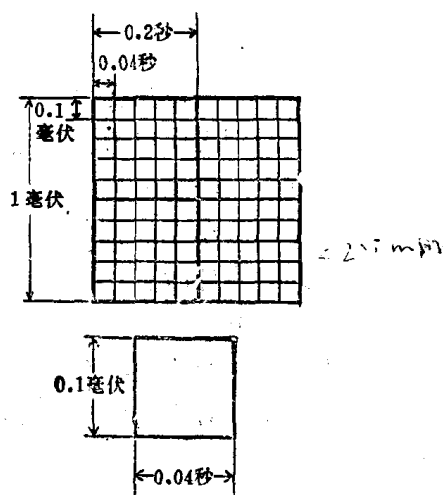


图1—5 心电图记录纸

## 六、心电图的临床应用价值

心电图是临床上检查心脏情况的一个重要方法，其主要应用范围包括以下几个方面：

- (1) 分析与鉴别各种心律失常：对临床上无法判断和确诊的心律失常，例如第I度房室传导阻滞、束支传导阻滞、室性心动过速、预激症候群等，更具有诊断价值。
- (2) 查明冠状循环功能障碍或急性感染所引起的心肌病变，尤其对心肌梗塞的确诊、定位、梗塞范围、性质的判断以及随访观察其演变过程，具有极为重要的临床价值。
- (3) 反映心房、心室肥大的情况，对各种心脏疾病的诊断提供有价值的资料。
- (4) 某些药物在应用中对心肌影响的程度，以及对心律失常治疗的效果，作客观的判断，使临床考虑继续使用、增加剂量、减少剂量或是停药。如洋地黄、奎尼丁、普鲁卡因酰胺、利多卡因、氯化钾、锑剂及吐根硷等。
- (5) 对其它疾病和电解质紊乱的辅助诊断，如心包炎，血钙和血钾的过低和过高等。
- (6) 在心脏手术、心导管检查或心血管造影时，可以及时地反映心脏的电生理变化，以指导手术的进行及提示必需的药物治疗。
- (7) 观察除颤、起搏的效果。

但是，心电图的某些改变并无特异性，同样的心电图改变，可见于多种心脏病，某些较轻的心脏病或疾病早期，心电图是正常的。因此，心电图在临床应用中有其局限性，必须结合临床资料方能作出正确的诊断。

## 第二章 心电原理

### 一、心肌的生物电现象

心脏是一个肌肉泵，由电激动才引起心房、心室肌的收缩。电激动是心肌的生物电现象，表现为细胞膜内外的电位变化。

#### 1. 膜电位

细胞膜内外的电位变化即称为膜电位。膜电位包括安静时的静息电位和兴奋时的动作电位。这些电位变化产生于离子电流的活动。目前已知有五种离子电流，即快钠内向电流、慢钙内向电流、氯电流、快钾外向电流和慢钾外向电流。

(1) 静息电位：当心肌细胞处于静止状态时，钠离子主要分布在细胞外液中，钾离子主要分布在细胞内液中，由于细胞膜对钾、钠、钙、氯离子的渗透性不同，经常保持着细胞膜外附有一层带正电荷的离子，而细胞膜内附有一层带负电荷的离子，细胞膜内处于负电位，为  $-80 \sim -90$  毫伏，称为膜静息电位（见图 2—1）。膜内外的阴、阳离子保持着相对的稳定，形成一种外正内负的暂时平衡，这个状态称为极化状态。

(2) 动作电位：当细胞膜的极化状态被破坏，即发生除极和复极，这就是动作电位（见图 2—1）。

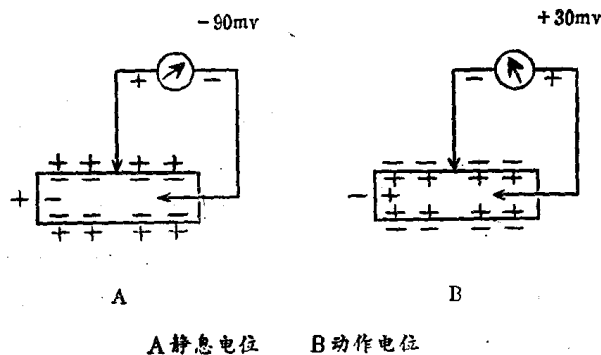


图 2—1 膜电位

心肌细胞受到刺激达到阈电位时，细胞膜的离子孔道“快孔道”被激活开放，细胞外的钠离子迅速内流，形成快钠内向电流，膜内电位急剧地变化，由负变正，上升到 +30 毫伏，这个过程称为除极（见图 2—2）。

细胞内电位上升至  $-60$  毫伏左右时，这个电位称为阈电位，对心律失常的发生有着重要的关系。

心肌细胞膜从除极状态恢复到静息电位的过程，称为复极（见图 2—2）。

复极过程中，钠内流停止，出现氯电流内流，膜内电位又下降，接着，膜的离子孔道“慢孔道”被激活开放，钙离子由慢孔道缓慢内流，形成慢钙内向电流，使复极进展迟缓。以后由于细胞膜对钾离子的通透性随着增高，钾离子带着正电荷快速外流，形成快钾外向电流，因此膜内的电位便继续下降，恢复到-90毫伏。

上述变化为一种快反应电位，而慢反应电位主要由钙离子内流形成的。

(3) 膜的离子转运：复极后，膜电位又恢复到静息电位，但细胞膜内外离子的浓度尚未恢复，一定量的钠、钙离子内流，钾离子外流。为了保持细胞内外环境的恒定，不让细胞内的钾丢失过多，细胞膜发挥了主动转运离子的功能，称为钾—钠交换泵，将钠、钙离子排出，将外流的钾离子从膜外摄回膜内。这种离子转运需要消耗能量，这能量是由细胞新陈代谢过程中三磷酸腺苷（ATP）系统供应（见图2—3）。

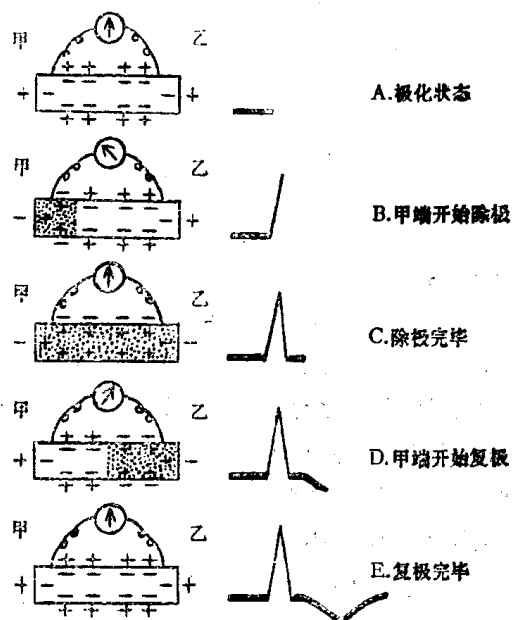


图2—2 细胞膜的除极和复极

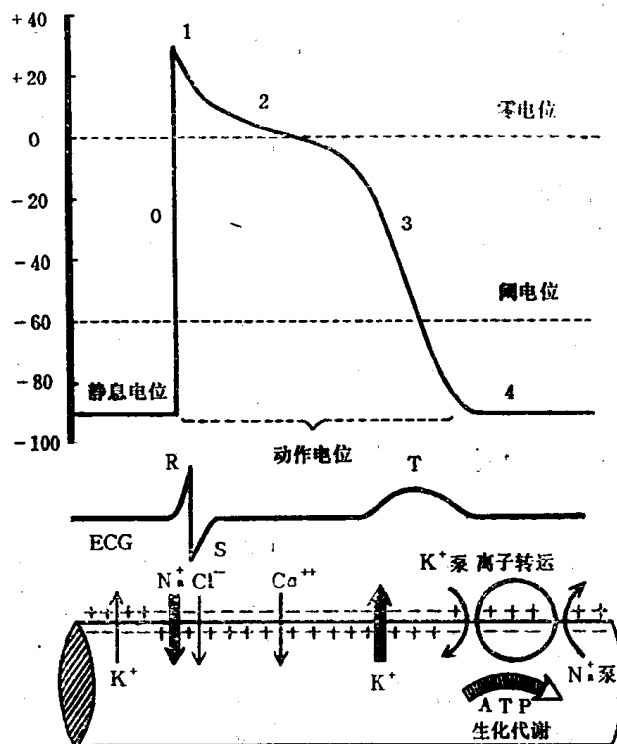


图2—3 心肌细胞的电位演变与离子转运

## 2. 位相与心电图的关系：

心肌的除极和复极过程中，细胞内电位的演变，呈一个单向曲线。曲线的0位相是

除极过程，1、2、3位相是复极过程，4位相基线是极化状态。

临床心电图是分析研究整个心脏产生并反映到体表的电位变化，电位变化的位相与心电图上各波的关系是：0位相，相当于心电图上QRS波的开始；1位相，相当于心电图上QRS波所处时限；2位相，相当于心电图上S-T段所处时限；3位相，相当于心电图上T波所处时限；4位相（静息电位），相当于心室舒张期。这里所说的，均指心室肌的变化，心房肌的变化存在着类似的关系（见图2-4）。但必须指出，心电图是在体表记录整个心脏肌肉的电活动，是每一个瞬间电动力的综合，不是单个心肌细胞或单块肌肉的电活动，而且是在细胞外记录的，因而QRS的主波和T波的方向是一致的，所以心电图的曲线与上述单向曲线是不同的。

### 3. 除极波与复极波

不论是除极过程还是复极过程，都是正电（称为电源）和负电（称为电穴）组成的电偶沿着细胞向前推进的运动。只是除极过程中电源在前，电穴在后；而复极过程时，电穴在前，电源在后（见图2-5）。

在心肌细胞除极过程中所记录的曲线称为除极波，在复极过程中记录的曲线称为复极波。探查电极面对除极方向时记录的是正向波，背离除极方向时记录的波形是负向波（见图2-6）

## 二、正常心脏的除极和复极

### 1. 心房的除极和复极

当窦房结发生激动后，右心房首先除极，比左心房早0.01秒，接着左右心房完成除极过程，其除极方向是向后、向下、向左进行（见图2-7）。心房的除极波即为P波，在Ⅰ、Ⅱ、aVF导联记录的是正向波，而aVR导联背离除极方向，记录的是负向波。这就是窦性P波。心房的复极，其方向与除极时相反，产生Ta波，也就是心房除极波。

### 2. 心室的除极和复极

首先除极的是室间隔的左面，继而自左向右传

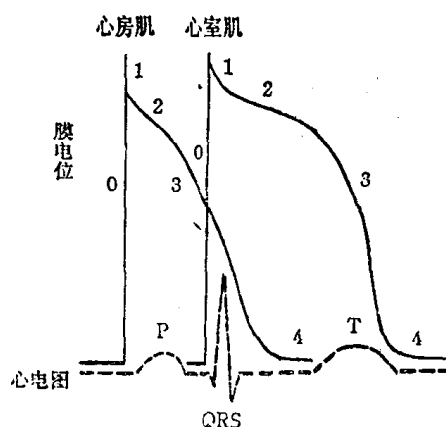


图2-4 位相和心电图的关系

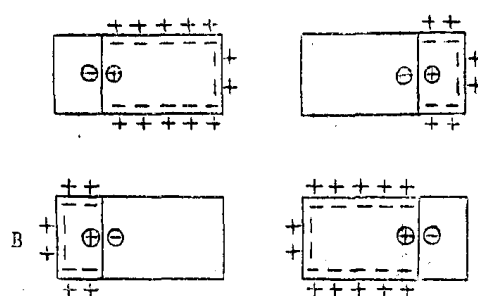


图2-5 除极和复极时的电偶运动

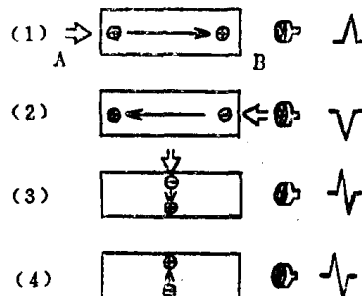


图2-6 除极方向对波形的影响

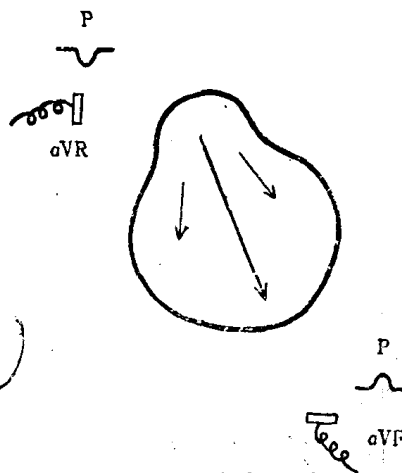


图2-7 心房除极示意图

向室间隔的右面，时间仅需0.01秒。以后激动又传至前乳头肌的基底部，并经左、右束支下传至左心室和右心室的心内膜面和心尖部，除极由心内膜向心外膜方向进行，右心室除极要比左心室除极早结束。最后除极的部分是右心室的基底部和左心室的基底部，这样整个心室除极完毕。时间约在0.06~0.08秒(见图2—8)。详见第二十九章第三节。

在心室除极过程中，胸导联所记录的波形， $V_1 V_2$ 导联是rS型，r波反映室间隔和右心室的除极，S波主要反映左心室的除极。 $V_5 V_6$ 导联是qR型或qRs型，q波是室间隔及一部分右心室除极的波形，当左心室开始除极时，便记录到一个高大的R波，在左心室后部除极时，记录到一个小的S波(见图2—9)。

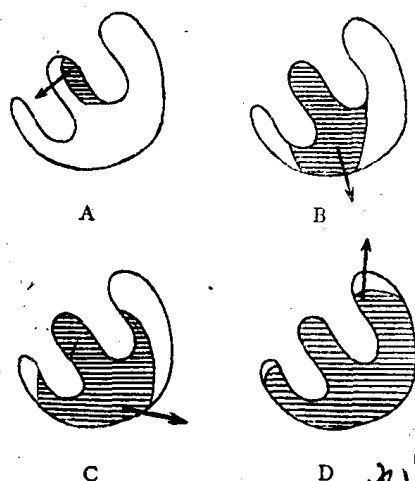


图2—8 心室的除极程序

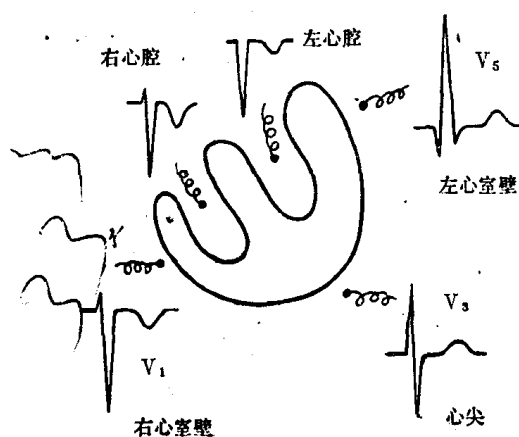


图2—9 探查电极记录的心室除极波

心室的复极与心房复极不同，后除极的部位先复极，复极方向由心外膜面向心内膜方向进行，故复极波常与除极波方向一致。

### 第三章 正常心电图

一个正常人的典型心电图波组包括P波、QRS波群及T波等(见图3—1、3—2)。这些名称在国际上是统一规定的。

#### 1. P波

为心房除极波，反映左右两心房的电激动过程。正常P波呈圆钝状，宽度不超过0.11秒，最高振幅不超过2.5毫米。I、II、aVF、 $V_3$ — $V_6$ 为直立，aVR倒置，I、aVL、 $V_1$ — $V_2$ 可以倒置或双向。

#### 2. P—R间期

从P波开始到QRS波的起点，称为P—R间期或P—Q间期，表示激动从窦房结开始，通过房室结后引起心室除极的时间。当激动通过房室结产生的电压极小，所以P波后的P—R段在等电线位置。

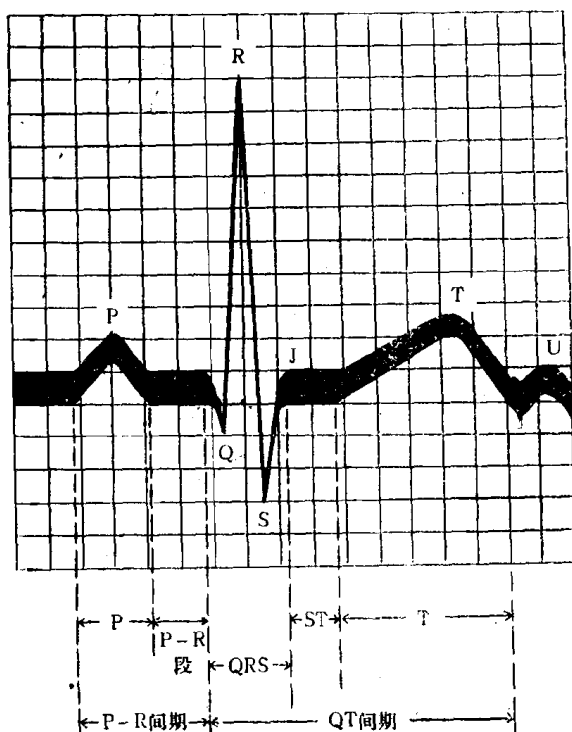


图 3-1 典型正常心电图

正常 P—R 间期的时间, 成人为 0.12~0.20 秒, 儿童为 0.12~0.18 秒。心率增快, 每分钟超过 90 次, P—R 间期不超过 0.19 秒; 心率慢至每分钟 50~60 次时, 则 P—R 间期可延长至 0.21 秒。同样的心率, 年龄愈小, P—R 间期愈短, 年龄愈大, P—R 间期则相应增长 (见下列附表 3—1)。

表 3—1 正常 P—R 间期的最高值表

| 心率(次/分)   | 70 以下 | 71~90 | 91~110 | 111~130 | 130 以上 |
|-----------|-------|-------|--------|---------|--------|
| 秒         |       |       |        |         |        |
| 年龄        |       |       |        |         |        |
| 成人 (体型大者) | 0.21  | 0.20  | 0.19   | 0.18    | 0.17   |
| 成人 (体型小者) | 0.20  | 0.19  | 0.18   | 0.17    | 0.16   |
| 14~17 岁   | 0.19  | 0.18  | 0.17   | 0.16    | 0.15   |
| 7~13 岁    | 0.18  | 0.17  | 0.16   | 0.15    | 0.14   |
| 1~6 岁     | 0.17  | 0.165 | 0.155  | 0.145   | 0.135  |
| 0~1 岁     | 0.16  | 0.15  | 0.145  | 0.135   | 0.125  |

### 3. QRS 波群

为心室除极的波群, 是三个紧密相连的波, 第一个向下的波名为 Q 波, 继 Q 波后的