

JIANMINGXIAOERXINDIANTUXUE

# 简明小儿心电图学

周同甫 主编



人民卫生出版社

简  
明

# 小儿心电图学

主编 周同甫

编者 (以姓氏笔画为序)

王美若 王泽蓉 张 晋 周同甫

审阅 唐胜才

人 民 卫 生 出 版 社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

简明小儿心电图学/周同甫主编. —北京: 人民卫生出版社, 2000  
ISBN 7-117-04056-4

I. 简… II. 周… III. 小儿疾病: 心脏病-心电图-诊断学 IV. R725.404

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 75366 号

简明小儿心电图学

NA 343 / 06

主 编: 周 同 甫

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 8.75

字 数: 147 千字

版 次: 2000 年 12 月第 1 版 2000 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 00 001—4 000

标准书号: ISBN 7-117-04056-4/R·4057

定 价: 16.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

心电图仪或许是最为普及的心血管病诊断仪器。与心电图仪普及的程度相比，心电图诊断知识的普及显然不够。小儿心电图的判读和应用更需要专业知识，但这样的专业知识迄今主要还掌握在少数专科医生手中。小儿心电图学的专著国内已有出版，但是非专业的儿科医生和医学生很难下决心系统研读大部头著作，在一定程度上妨碍了小儿心电图知识的推广应用。笔者发现在发达国家的儿科医疗单位，案头经常必备的是简明实用的小儿心电图书籍。受此启发，笔者试图编写这样一本书，希望能将小儿心电图知识加以浓缩，以飨读者，以利普及。

本着“删繁就简”的宗旨，本书对心电图的原理进行了简化的描述，采用本院长期使用、被实践证明是简明有效的心电图“正常值”标准，图例数量也不多，在心律失常章节中则尽量将内容局限在儿科临床常见的心电图现象上，并且尽量避免过多地探讨心律紊乱的电生理机制，其用意不外是突出实用，突出重点。但是这并不妨碍本书对目前小儿心电图学的重要学术观点，实践中容易发生的谬误和某些新进展进行较为深入的讨论。这样的尝试是否得当，还希望儿科界同道不吝指教。

本书编写过程中得到华西医大附二院小儿心血管科同仁的大力支持和唐胜才教授的悉心指导，在此深表谢忱。

周同甫

2000年8月

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>第一章 正常小儿心电图</b> .....           | 1   |
| 第一节 心电图基本原理和基础测量.....              | 1   |
| 第二节 心电图的导联系统和心电轴.....              | 6   |
| 第三节 正常小儿心电图及其年龄衍变 .....            | 16  |
| 第四节 阅读心电图的一般步骤 .....               | 21  |
| <b>第二章 心房肥大和心室肥厚的心电图</b> .....     | 23  |
| 第一节 心房肥大 .....                     | 23  |
| 第二节 心室肥厚 .....                     | 26  |
| <b>第三章 心律失常</b> .....              | 36  |
| 第一节 概论 .....                       | 36  |
| 第二节 窦性心律失常 .....                   | 38  |
| 第三节 房室传导阻滞 .....                   | 47  |
| 第四节 心室内传导异常 .....                  | 55  |
| 第五节 过早搏动 .....                     | 66  |
| 第六节 室上性心动过速 .....                  | 79  |
| 第七节 心房扑动和心房颤动 .....                | 88  |
| 第八节 室性心动过速 .....                   | 93  |
| 第九节 心室扑动和心室颤动 .....                | 101 |
| <b>第四章 先天性心脏病的心电图诊断</b> .....      | 103 |
| 第一节 右位心和其他心脏位置异常.....              | 103 |
| 第二节 先天性心脏病常见的心电图表现.....            | 108 |
| <b>第五章 与 ST-T 改变有关的心电图诊断</b> ..... | 116 |
| 第一节 非器质性病变的 ST-T 改变 .....          | 117 |
| 第二节 心包疾病所致的 ST-T 改变 .....          | 119 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第三节 电解质紊乱所致的 ST-T 改变 ..... | 121 |
| 第四节 药物作用所致的 ST-T 改变 .....  | 124 |
| 第五节 心肌疾病所致的 ST-T 改变 .....  | 125 |
| 参考文献 .....                 | 129 |
| 索引 .....                   | 131 |

## 第一节 心电图基本原理 和基础测量

### (一) 心电向量和心电图的生成

心肌细胞膜的电兴奋，即心肌的除极和复极，是心肌收缩、舒张的动因。心电活动传导到体表产生体表电位差的改变，用体表电极记录下这种电位差的变化，再以时间为横轴展开，就成了心电图。

众多的心肌细胞的电活动的综合效应可以用一个“等效电偶”来代表。可以假定等效电偶位居心脏的中央，它在每一个瞬间都具有方向和强度的改变。换句话说，它是一个不断变化的“向量”，或者称之为“心电综合向量”。心电综合向量的末端在每一瞬间的位置连续记录下来就形成一个向量环。心电图实际上也就是心电向量环在体表投影的记录。

为了方便起见，我们将在三维空间中变化的心电向量，经过“两次投影”，投射到一定的“导联轴”上加以记录和描述。如图 1-1 所示，用互相垂直的 X、Y、Z 轴形成坐标系，某一瞬时的心电向量 E，可以首先投影到由 X 轴和 Y 轴形成的额状面上，得到向量 e，后者再次投影到 Y 轴上，形成向量 e'，或投影到 X 轴上形成向量 e''。若用整个向量环代替瞬时向量 E，我们不难理解，立体的心电向量环也能经过第一次投影，在额状面（或侧面和横面）上得到另一个向量环，后者经第二次投影并按时间展开，就能形成 X 轴或 Y 轴上的心电图了。

同理，我们也可得到心电向量环在由 X 轴和 Z 轴形成的水平面上的第一次投影，以及再次投影到 X 轴和 Z 轴上形成的心

电图。在同一个平面上还可以有指向不同方向的多个导联轴，共同组成导联体系。

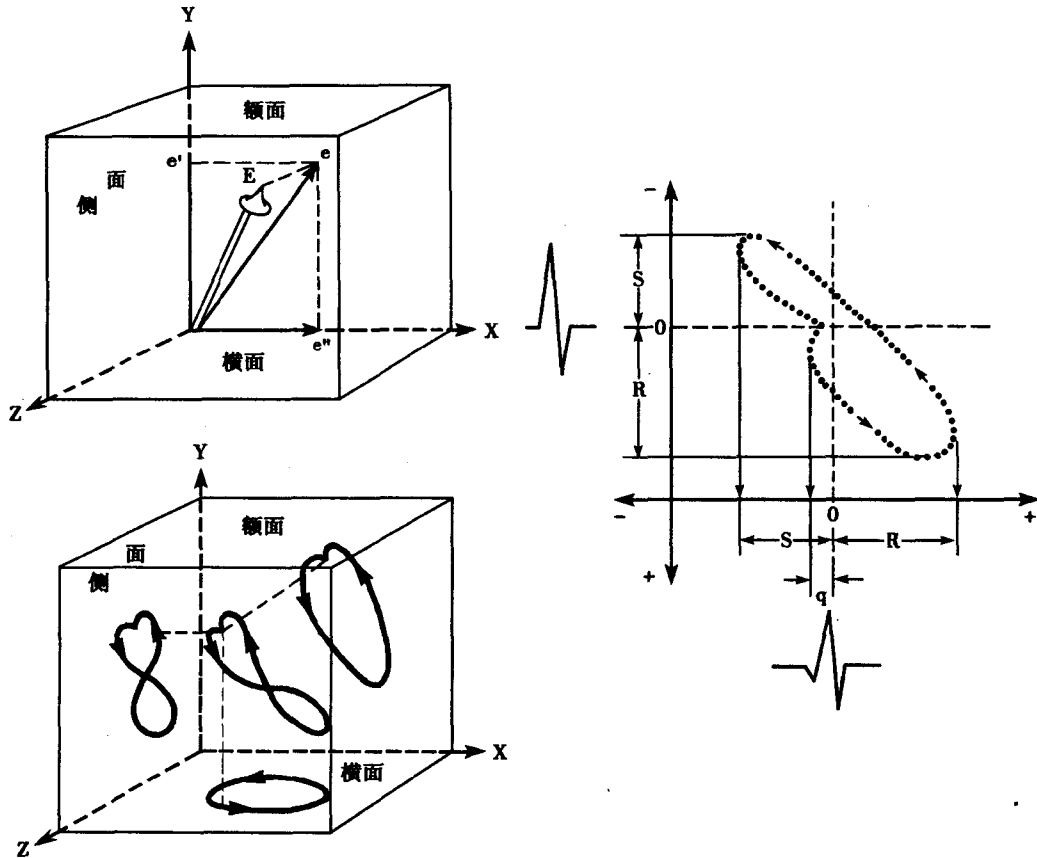


图 1-1 空间向量经“两次投影”生成心电图

上：瞬时向量  $E$  经两次投影在  $Y$  轴和  $X$  轴上生成向量  $e'$  和  $e''$

下：空间向量环第一次投影，分别在额面、侧面和横面上生成三个向量环

右：额面上的向量环再次向横轴( $I$  导联轴)和纵轴(相当于  $aVF$  导联轴)上投影，生成相应导联的心电图

## (二) 心电图的描记和测量

### 1. 心电图描记

心电图描记技术并不复杂。但是为了得到高质量的图形，应当注意以下的技术细节：

(1) 先接地线，再接通电源。将导联选择钮开至“0”位，打开电源开关 1~2 分钟，仪器稳定后再进行操作。

(2) 环境温暖，病儿仰卧，平静呼吸。小婴儿可用糖水、奶瓶逗引，或让



婴儿仰卧在垫有橡皮布的母亲怀中描记。哭闹不合作者可先给予镇静药，例如口服 10% 水合氯醛 0.4ml/kg。

(3) 电极板的选择和放置：心前导联电极(一般用吸盘电极)的直径，新生儿用 0.8cm 者，婴幼儿用 1.0cm 者，年长儿童和成人则用直径 2.0cm 的电极；肢体导联电极多用电极板，其大小新生儿为 1.5cm × 2.0cm，婴幼儿为 2.0cm × 3.0cm，年长儿和成人则是 3.0cm × 4.0cm。电极板或吸盘电极一定要与皮肤密切接触。使用导电胶或导电液，后者如饱和盐水、洗衣粉水，注意不要涂布过宽。否则，心前各导联的导电液如果互相连续，可造成各个导联的 QRS 波相似，均呈双向高振幅，导致误诊。

(4) 电极定位：注意肢体导联左右手不要接反。心前导联位置如图 1-7 所示，小儿应常规加作  $V_3R$  导联，1 岁以下加作  $V_4R$ 。注意  $V_1$  电极一定要放在第 4 肋间，若误放在 3 肋间，将出现 QRS 电压降低的假象； $V_6$  电极要准确放置在腋中线，太接近  $V_5$  造成电压过高假象，位置太高则 S 波增深，易误诊为右室肥厚。

临床医师应能判断心电图记录的质量。要注意一帧心电图的定准电压是否准确，以及定准电压图形所反映的仪器的“阻尼”参数调节是否正确。下图所示为不同阻尼时的电压定标和最多见的几种记录伪差(图 1-2)。

## 2. 心电图的波形

人类心脏的起搏传导系统由窦房结、房室传导束、房室结、His 束、右束支和左束支(后者又分出左前分支和左后分支)、Purkinje 纤维组成(图

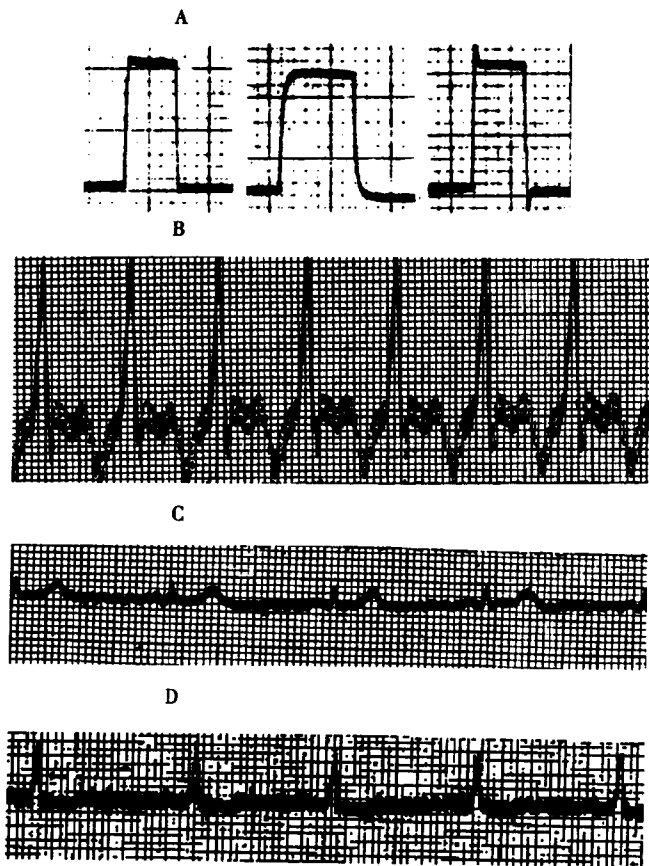


图 1-2 影响心电图纪录质量的几种因素

- A. 标定电压 左：阻尼恰当 中：阻尼过度 右：阻尼不足
- B. 50Hz 交流电干扰 C. 电极与皮肤接触不紧
- D. 肌颤(可能因为寒冷或紧张)

1-3)。正常心电图实际上就是电兴奋沿上述系统传播，引起心房肌和心室肌除极和复极的生物电记录。

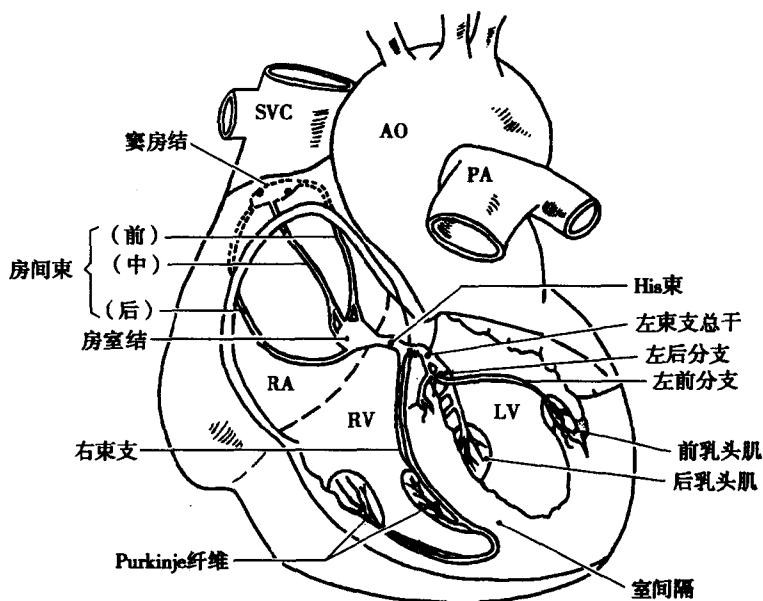


图 1-3 心脏的起搏传导系统

Ao 主动脉 PA 肺动脉 SVC 上腔静脉

RA 右心房 RV 右心室 LV 左心室

典型的正常心电图每个心动周期由一组波形组成：(图 1-4)

P 波：代表左、右心房的除极过程。

P-R 间期：代表自心房除极开始到心室除极开始的时程，主要反映了激动经房室交界区传导的时间。P 波终末到 QRS 起始之间的平坦段称为 P-R 段，一般与 T 波末至 P 波起始的“等电位线”(即 T-P 段)平齐，若低于后者，常反映心房复极过程，有时被称为 Ta 波。

QRS 波：代表左、右心室除极的过程。其中第一个向下偏转是 Q 波，为室间隔除极向量的投影，第一个向上偏转是 R 波，继 R 之后出现的向下的波为 S 波；R' 为继 S 波之后第二个向上的偏转，S' 则为 R' 之后的第二个向下的偏转，大写字母用以表示主波，小写字母表示较小的波。如此，同样描述为“M”型的 QRS 综合波的波形若为 rsR'，表示正向波后峰高于前峰，若为 Rsr 则表示正向波前峰高于后峰。当整个 QRS 综合波只有一个向下的偏转时，被称作 QS 波。

T 波：代表心室复极过程的电位变化。

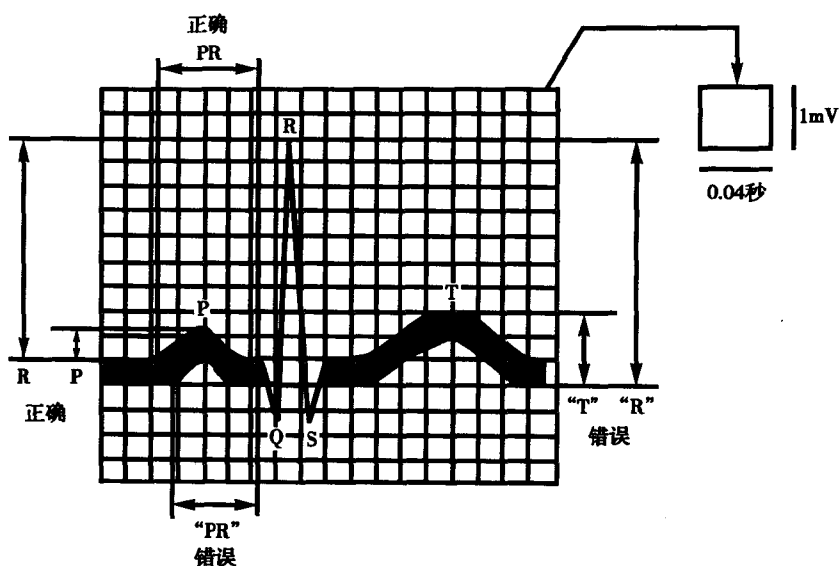


图 1-4 测量心电图的正确方法

**U 波：**在 T 波之后与 T 波方向一致的小波，在  $V_3$  导联最明显，儿童心率较快常不易看清楚。一般认为 U 波代表心室激后电位。亦有认为代表 Purkinje 纤维细胞复极终末的电位变化(Purkinje 细胞动作电位时间较一般心室肌为长)。

**S-T 段：**自 QRS 波之终末至 T 波起点间的一段。

**Q-T 间期：**自 QRS 起点到 Q 波终末的时距。代表心室除极和复极的全过程所耗时间。

应当指出：心电图是心脏电活动而非机械活动的记录，但二者之间有一定的联系。心房收缩大致紧接 P 波，心室收缩大致在 R 波的顶点，收缩期末大致在 T 波终末。心肌动作电位是单个心肌细胞的电活动，因此和反映全体心肌细胞电活动的心电图并无严格的对应关系。尽管如此，我们仍能粗略地说，Purkinje 纤维(粗略地说，心室肌细胞也如此)的动作电位的 0 相大致相当于 QRS 综合波起点，3 相大致相当于 T 波，T 波降支常相当于 Purkinje 纤维的相对不应期，等等(图 1-5)。

### 3. 心电图的测量

测量心电图需要一个分规。心电图描记线有粗有细，如图 1-4 所示，所有时间间期和振幅(电压)的测量都必须遵从所谓“前缘原则”(Leading edge)。测量前要注意该帧心电图的定准电压和纸速。

心电图常规纸速为 25mm/s (也可调整为 50 或者 12.5mm/s)，此时图纸 1

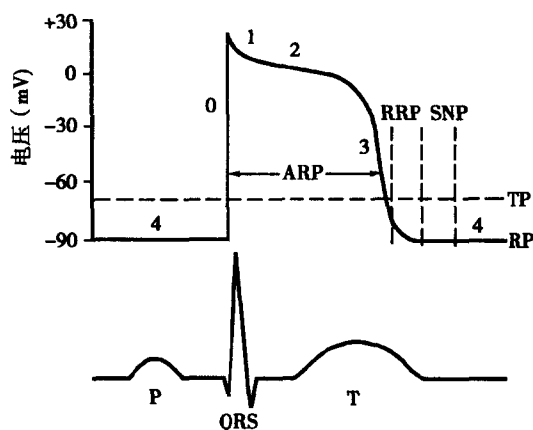


图 1-5 心室肌细胞动作电位与心电图 P-QRS-T 综合波的时

关系 心肌动作电位区分为 0、1、2、3、4 四个时相

ARP 绝对不应期 RRP 相对不应期 SNP 超常期

RP 静息电位 TP 阈电位

小格 = 0.04 秒(40 毫秒), 1 中格 = 0.2 秒, 1 大格 = 1.0 秒, 60 个大格 = 1 分钟。

心率的计算, 以下列公式最为准确:

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

亦可以测出 P-P 或 R-R 间期后直接查表得出心率。心率较快时, 则可计数 3 个大格(3 分钟)中的 QRS 个数, 乘以 20。

常规电压定标时, 在纵轴上心电图纸每 1 小格(1mm)代表电压 0.1 毫伏(0.1mv), 1 中格 = 0.5 毫伏。但是, 为了描记太低或太高的波形, 调整为  $\times 1/2$  电压定标, 或  $\times 2$  电压定标也是常有的事, 在阅读心电图时不可不慎。

## 第二节 心电图的导联系统和心电图轴

### (一) 常用的心电图导联系统

将两个电极板放置在体表, 即可记录到心电图。这两个电极就组成了一个导联, 正负电极之间的假想连线就称为导联轴。应注意导联轴是有方向的(从负极到正极为其正向, 反之为其负向)。常用的导联系统有两类:

#### 1. 肢体导联

包括标准导联 I、II、III 和加压单极肢体导联 aVL、aVR 和 aVF。将红色

导联线接右臂电极，黄色接左臂，绿色接左下肢，黑色接右下肢作为地线，此时将导联旋钮开到 I 导联位置，左上肢就联结于心电图机的正极，右上肢则联结于负极，记录下 I 导联心电图。依此类推，II 导联是左下肢为正极、右上肢为负极记录到的心电图；III 导联是左下为正、左上为负的心电图。当左上、左下肢体电极同时接负极时，右上肢的正电极记录到所谓“单极”心电图，而且电压增高，称为加压单极肢导联 aVR，其他两个加压单极肢导联可以类推。(图 1-6)

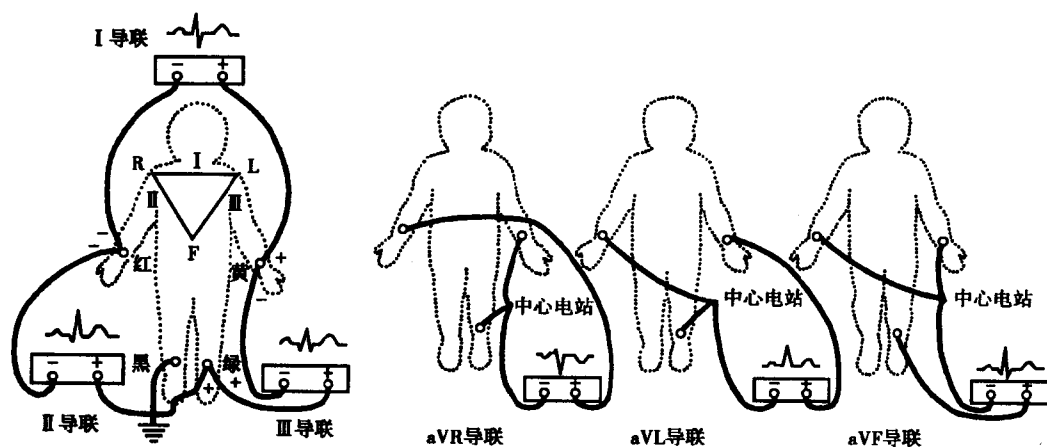


图 1-6 标准导联和加压单极肢体导联的电极放置和连接

## 2. 心前导联

在配合放置肢体电极的同时，在胸壁心前区安放的电极记录的心电图也被看做是“单极”心电图，称为心前导联。其位置如图 1-7 所示，放置电极时注意将  $V_1$ 、 $V_2$  放在胸骨右、左缘第 4 肋间， $V_4$  放在锁骨中线第 5 肋间， $V_6$  放在腋中线，这样就不容易出错了。注意与  $V_3$ 、 $V_4$  相对称的  $V_3R$ 、 $V_4R$ ，小儿有生理性右室优势，而且先天性心脏病也常累及右心，因此记录  $V_3R$  甚至  $V_4R$  在儿科心电图成为常规。除此以外，还可引申出  $V_5R$ 、 $V_6R$ 、 $V_7$ 、 $V_8$ ，等等。

作为心电图检查的常规，六个肢体导联加上  $V_1 \sim V_6$  六个胸导联，组成所谓的 12 导联常规心电图(在儿科常常还要加上  $V_3R$ 、 $V_4R$ )。常规使用这些导联的主要理由，显然是因为肢体导联系统和胸导联系统构成或近似地构成两个互相垂直的平面(额状面和冠状面)，投影在这两个平面上的心电图实际上包含了描述立体心电图向量环的比较完整的信息。(图 1-8)

## (二) 特殊的心电图导联

除了上述常规的导联体系外，以下为特殊目的使用的心电图导联也有必

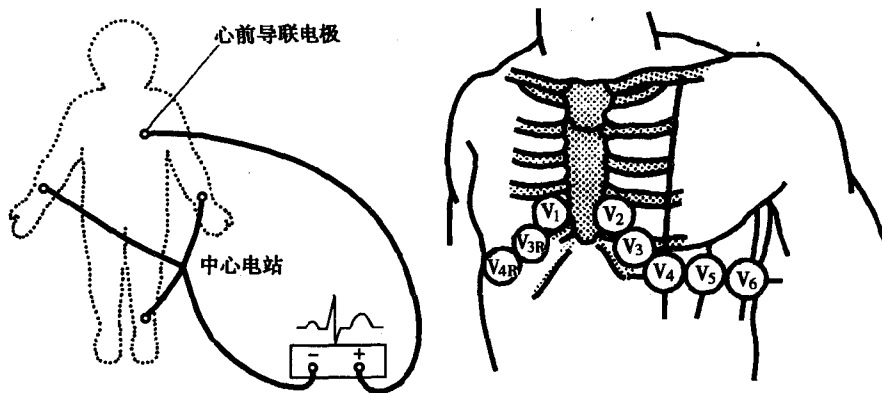


图 1-7 心前导联的电极放置和连接

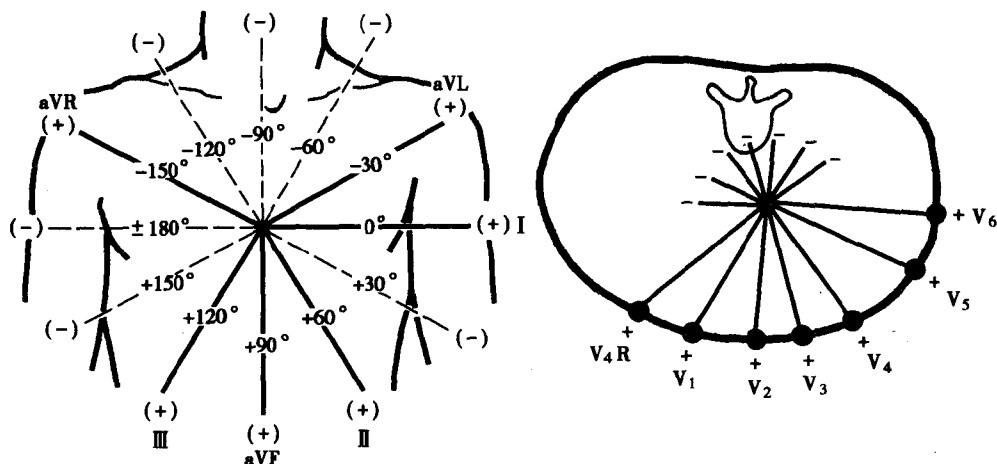


图 1-8 常规心电图导联轴在额面和横面(冠状面)上组成两个参照系

左: 6个肢体导联和它们的反方向延伸轴在额面上组成 Bailey 氏 6 轴系统

右: 心前导联在横面上组成参照系

要作一介绍:

### 1. $S_5$ 导联 (Lewis 导联)

采用心电图机“I 导联”的电极, 将“右手”电极(-极)置于胸骨柄的上方, “左手”电极(+极)放置在胸骨右缘第 5 肋间。这样记录到的心电图 P 波显示得特别突出, 用于 P 波波幅特别小或者被部分地掩盖、判断困难的病例。(图 1-9)此导联也可用作心电监护。

### 2. 食道导联

采用带有食道电极的特殊导管经鼻插入至心房后方, 记录到的心电图 P

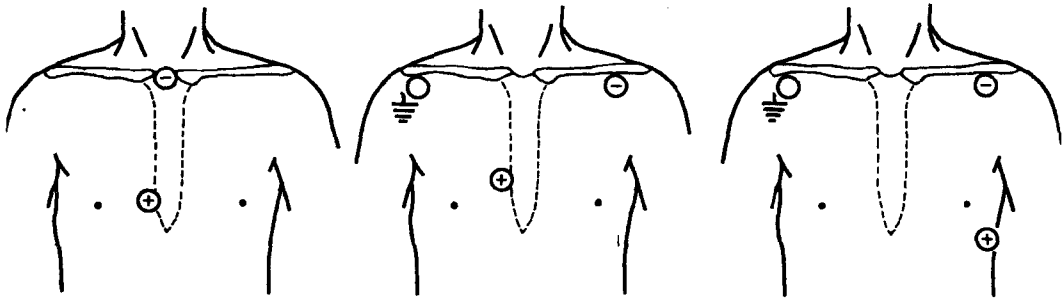


图 1-9 几种特殊的心电图导联

左:  $S_3$  导联 (-)极置于胸骨柄上方, (+)极置于胸骨右缘 5 肋间

中:  $MCL_4$  导联 (-)极置于左肩, (+)极置于  $V_1$  位置, 右肩电极接地

右:  $MCL_5$  导联 (-)极置于左肩, (+)极置于  $V_5$  位置, 右肩电极接地

波特别清晰高大, 十分有利于心律失常的诊断分析(图 1-10)。多与经食道心房调搏同时进行(详见后文)。

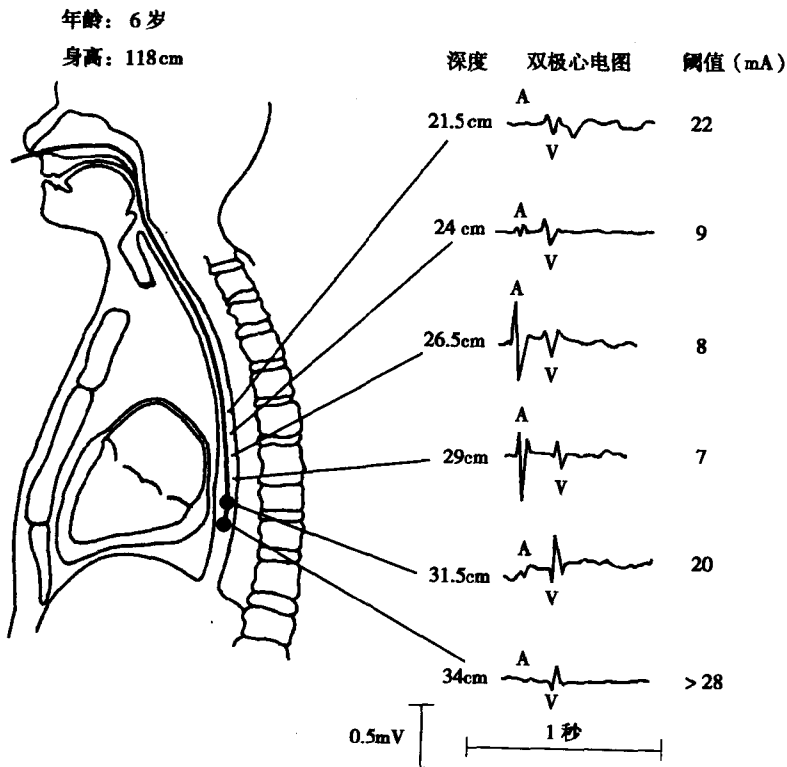


图 1-10 食道导联心电图的记录方法

图中“深度”是指电极导管前端距鼻孔的距离

“阈值”是指能够激发心房起搏的最小电流

### 3. 监护导联

随着急救医学的发展, 心电监护应用越来越广泛。一个好的监护用的导联的电极应该安放简便, 尽可能模拟某个常规心电图导联, 可以提供分析心律失常和/或心肌缺血尽可能多的诊断信息, 而且不妨碍心脏听诊和心肺复苏的操作。常用的监护导联有好几种, 这里介绍的  $MCL_1$  (Modified chest-left arm lead<sub>1</sub>) 导联是最常见的一种: 采用心电图机“Ⅰ导联”, “右手”电极为(-)极, 置于左锁骨下外 1/3 处, “左手”电极为(+)极, 放置在  $V_1$  位置, “右脚”电极为接地, 放在右锁骨下外 1/3 处。此导联拟似  $V_1$  图形, 有助于识别异常 QRS 是室性还是室上性伴差异传导, P 波亦有清楚的显示。 $MCL_5$  导联与之相似, 惟一的不同是其(+)极放在  $V_5$  位置, 图形模拟  $V_5$  (图 1-9)。

### (三) 额面心电图轴和 Bailey 氏六轴系统

6 个肢体导联轴实际上分布在同一个平面即额状面上。我们粗略地认为邻近的导联轴两两之间夹角大致相等, 均为  $30^\circ$ 。这样就形成了一个很规范的坐标系, 一般称之为 Bailey 氏六轴系统(图 1-8)。掌握这个参照系统, 对于我们理解心电图轴乃至心电图向量的概念都很有帮助。在此坐标系内, 进而可以用  $-I \sim +I$  轴和  $-aVF \sim +aVF$  轴将整个额状面分隔为左下象限(1 象限)、右下象限(2 象限)、右上象限(3 象限)和左上象限(4 象限)。我们把心电图向量环在额面上进行投影, 得到一个额面向量环, 这个向量环的主体方向被称作“额面平均心电图轴”, 实际上经常被简称为“QRS 电轴”甚至“电轴”, 用来描述心室除极的最大瞬时向量。当然, 心电图向量环还有反映心室肌复极和心房肌除极的附加成分, 可以将它们投影到额面上得到相应的 T 电轴、P 电轴等。导联 I 在六轴坐标中代表  $0^\circ$  方向, 以此为准, 图 1-11 中的心电图轴与 I 导联轴之间的夹角可以顺时针计算为“+”若干度, 当心电轴指向 3 或 4 象限时也可逆时针方向计算为“-”若干度。当 QRS 电轴位于第 3 象限的时候, 似乎既可判断为极度左偏, 也可判断为极度右偏。一般认为: QRS 起始向量朝右下者(I、aVL 有 Q 波)是电轴极度左偏; 反之 QRS 初始向量朝左上者应判读为极度电轴右偏(II、III、aVF 有 Q 波或有 QS 波)。

额面 QRS 电轴的推算采用以下办法(图 1-11):

1. 选取任意两个肢体导联(习惯上多用导联 I 和 III), 测量并计算 QRS 综合波的代数和作为“净波幅”。例如, q 波为  $-0.5\text{mm}$ , R 波为  $14.5\text{mm}$ , S 波为  $3.0\text{mm}$ , 则 QRS 净波幅为  $14.5 - 0.5 - 3 = 11(\text{mm})$ ; 又如: 无 q 波, R 波为  $5.0\text{mm}$ , S 波为  $-18.0\text{mm}$ , 则 QRS 净波幅为  $5 - 18 = -13(\text{mm})$ ;

2. 在 I 导联和 III 导联轴上分别找到并标记出相当于其 QRS 净波幅的点,



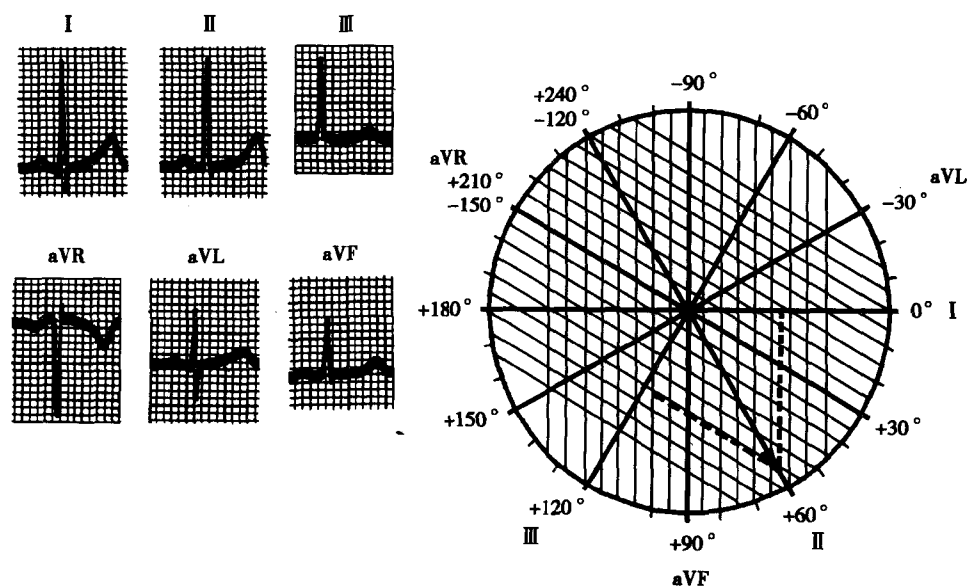


图 1-11 额面 QRS 平均电轴的测定之一

I 导联 QRS 的净波幅为  $14.5 - 3.0 - 0.5 = +11.0$  (mm)，III 导联 QRS 净波幅为  $+10$  (mm)。

在 I 和 III 导联轴上找到相应的点，作垂线相交，即得到平均电轴的矢量。

若净波幅为正，则该点在该导联轴的正侧，反之则落到该导联轴的负侧；

3. 从上述两个点引出直线与该导联轴垂直，延长这两根垂线使之相交；

4. 把六轴坐标的中心与两垂线的交点以带箭头的直线相连，这条直线就代表 QRS 电轴。

作为临床医师，在阅读一帧心电图的时候也可以用肉眼近似地判断 QRS 电轴。作者在此推荐这种肉眼电轴判读法，除了能推而广之，方便地应用于 T、P 电轴的判读外，更重要的是帮助读者更深入地掌握心电向量概念，并在实际工作中应用自如。(图 1-12 ~ 1-14)

必须牢记，I 导联和 aVF 导联互相垂直组成直角坐标系，六轴系统的相邻导联轴间夹角为  $30^\circ$ 。

判读的第一步，是根据 I、aVF 轴上 QRS 综合波净波幅，决定平均电轴在哪个象限。举例来讲，I 导联上净波幅为正值(+)，意味着平均电轴在 aVF 轴的左方，aVF 导联净波幅为正值(+)，平均电轴应在 I 导联轴的下方。只有第 1 象限( $0^\circ \sim +90^\circ$ )才同时满足这样的条件，因此平均电轴肯定位于 1 象限。类似地，若 I 导联上 QRS 净波幅为负值(-)，aVF 导联 QRS 净波幅为负值(-)，可以推断平均电轴位于 4 象限。图 1-12 直观地解说了这种推理过程。