

# 心电图基本知识

戴祖海 戴红 戴真 编著



山西科学技术出版社



# 心电图

# 基本知识

XINDIANTU  
JIBEN ZHISHI

编著◎戴祖海

戴红 戴真

主审◎赵菊琴

山西出版传媒集团  
山西科学技术出版社

图书在版编目 ( CIP ) 数据

心电图基本知识/戴祖海, 戴红, 戴真编著. —太原: 山西科学技术出版社, 2017. 5  
ISBN 978 - 7 - 5377 - 5390 - 6

I. ①心… II. ①戴… ②戴… ③戴… III. ①心电图—基本知识 IV. ① R540. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 ( 2016 ) 第 187393 号

## 心电图基本知识

---

出 版 人: 赵建伟

编 著 者: 戴祖海 戴 红 戴 真

责 任 编 辑: 谢一兵

助 理 责 编: 杨兴华

责 任 发 行: 阎文凯

封 面 设 计: 杨宇光

---

出 版 发 行: 山西出版传媒集团·山西科学技术出版社

地址: 太原市建设南路 21 号 邮编: 030012

编辑部电话: 0351 - 4922063

印 刷: 山西新华印业有限公司

网 址: [www.sxkjscbs.com](http://www.sxkjscbs.com)

微 信: sxkjcbbs

---

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 10.25

字 数: 170 千字

版 次: 2017 年 5 月第 1 版 2017 年 5 月山西第 1 次印刷

---

书 号: ISBN 978 - 7 - 5377 - 5390 - 6

定 价: 33.00 元

---

本社常年法律顾问: 王葆柯

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与发行部联系调换。

心脏病的科学进入了新的篇章，它不是靠一个人的工作，而是许多天才的科学家，超越任何政治藩篱，潜心钻研而成。他们在世界各地为了科学的进步，为了达到造福于深受病患折磨的人类的目标，贡献了全部的精力。

——*Willen Eiuthouen*

(摘自 1924 年 *Eiuthouen* 诺贝尔获奖演讲稿)

# 前 言

在科学技术飞速发展的时代，心电图的问世至今已走过一百多年的温柔长里程，它为人类的健康做出了巨大的贡献。

随着医学事业不断发展，各项诊断技术和医疗措施突飞猛进，日新月异，冠心病、肺心病和高血压病已成为多发病、常见病，严重地威胁着广大人民的身心健康。因此，普及掌握心血管疾病在心电图上的不同表现，对于从事临床的医务工作者，以力求全面分析、准确诊断是十分必要的。它具有十分重要的实际指导意义。

近年来随着超声心动图和心血管疾病的临床进展，不断扩大和提高了心电图的诊断率，亦显示了心电图对心肌病诊断的特异性。射频消融新技术的横空出世及广泛临床应用，使越来越多的心律失常的患者得到治疗，挽救了宝贵的生命，进一步佐证了心电图不容忽视的应用价值，为心电图增添了新的亮点。

目前，心电图也面临着巨大的挑战，日趋复杂的心电图，如起搏心电图，图像复杂多变，使一般医生和心电图医生为之困惑。如何应对这一挑战，还正在探讨中。为了使更多的医务人员能熟练掌握心电图诊断技术，萌发了编写《心电图基础知识》一书的渴望，以期使它成为一部医务人员自学和培养基层心电图工作人员的学习资料。

本书共分为八节，特点为一、“金”字，二、理论和临床贯穿为一体。介绍心电图基本原理，正常心电图，分别重点介绍阐述了心房肥大、心肌损伤等的心电图特征；急性肺源性心脏病的心电图特点及临床意义；药物和电解质紊乱对心电图影响。

为使初学心电图者易于理解和记忆心电图的基本理论、正常心电图和各类异

常心电图及其临床意义，特精选了 150 幅简明易懂的图例，还附有心电轴、计算表、自  $P-R$  间期实现表（秒）等 8 种不同表格，以供临床应用参考。

本书内容丰富，论述准确，实用性强，希望能成为第一线的临床医生通用的工具书和参考书。

## 目 录

第一节 心电图学基本原理 .....	1
一、典型心电图 .....	1
二、心肌细胞的电位 .....	3
三、心室肌肉段除极过程 .....	9
四、心脏波形的产生机理 .....	10
五、导联 .....	21
六、爱氏三角及爱氏定律 .....	24
七、电轴 .....	25
第二节 正常心电图 .....	29
一、心电图的测量 .....	29
二、波形的正常值及其意义 .....	33
三、伪差的识别 .....	37
四、心电图检查指征 .....	40
五、心电图阅读步骤及报告方式 .....	41
第三节 心房肥大与心室肥厚 .....	44
一、心房肥大 .....	44
二、左心室肥厚 .....	45
三、右心室肥厚 .....	47
四、双侧心室肥厚 .....	49
第四节 房室束支传导阻滞 .....	52
一、完全性左束支传导阻滞 .....	52
二、完全性右束支传导阻滞 .....	54
三、不完全性束支传导阻滞 .....	56

四、心室内传导阻滞 .....	58
五、左束支半阻滞 .....	58
六、双侧束支传导阻滞 .....	63
<b>第五节 预激症候群 .....</b>	<b>71</b>
<b>第六节 心律失常 .....</b>	<b>76</b>
一、总论 .....	76
二、窦性心律 .....	80
三、逸搏与逸搏性心律 .....	83
四、期前收缩 .....	92
五、阵发性心动过速 .....	102
六、扑动与颤动 .....	106
七、窦房传导阻滞 .....	109
八、房室传导阻滞 .....	110
<b>第七节 心肌损伤的心电图 .....</b>	<b>115</b>
一、心肌梗死 .....	115
二、慢性冠状动脉供血不足 .....	128
三、心包炎 .....	134
四、心肌炎 .....	136
五、急性肺源性心脏病 .....	137
<b>第八节 药物和电解质紊乱对心电图的影响 .....</b>	<b>139</b>
一、药物对心电图的影响 .....	139
二、电解质紊乱对心电图的影响 .....	143
<b>附 录 .....</b>	<b>148</b>
一、心电轴计算表 .....	148
二、自 R - R 间期推算心率表 .....	151
三、正常 P - R 间期时限表 ( 秒) .....	151
四、不同心率时 O - T 间期的正常范围图 .....	152
五、心动周期长度 ( 秒数) 的平方根表 ( 用作计算 Q - T <sub>c</sub> ) .....	153
六、心电图报告的一种格式 .....	154
七、两极梯运动测验登梯次数表 .....	155

## 第一节 心电图学基本原理

在心脏发生机械收缩之前，心肌细胞先产生一种微弱的生物电激动，这种心房和心室的电激动，经人体组织传到体表，使体表各部位产生电位改变，通过“心电图描记仪器”，把每次心动周期的电位变化描记成连续的曲线，即为心电图。

### 一、典型心电图

心电图是由一系列“波组”组成的，一个典型心电图包括下列各波（图 1-1）。这些波的命名并无任何含义。

（P 波）为心房除极波，代表心房激动（除极）时所产生的电位。

（Ta 波）为心房复极波，即心房的 T 波。因其电位很小，一般情况下不易看清，只有在房室传导阻滞、“肺型 P 波”后或房室脱节时才可能看到（图 1-2），分别在 II、III 及 aVF 导联中最显著。当 Ta 波明显时，表现为 P-R 段后半部分降低，也可能影响到 S-T 段下降，其方向与 P 波相反。

（P-R 段）自 P 波终点至 QRS 波群起点之间的一段平线称 P-R 段。激动在房室结中传导较慢，以致在心室激动前产生一段间歇时间。

（P-R 间期）自 P 波起点至 QRS 波群起点之间的间隔时间（有 Q 波者也称 P-Q 间期）。代表激动通过心房、房室结与房室束而达到心室所需的时间。

（QRS 波群）代表整个心室的激动过程，第一个向下的波称 Q 波，向上的波称 R 波，继 R 波后再出现向下的波称 S 波。若 S 波后再有向上的波称 R'，R' 波后再有向下的波称 S'，依此类推。若整个波群为一个向下的波称 QS 波。在描写各波大小时均用英文字母的大写和小写表示之，如 Q、q、R、r、S、s、R' 和 r' 等。

(J点) QRS波群与S-T段交接点称J点, 代表心室除极结束。

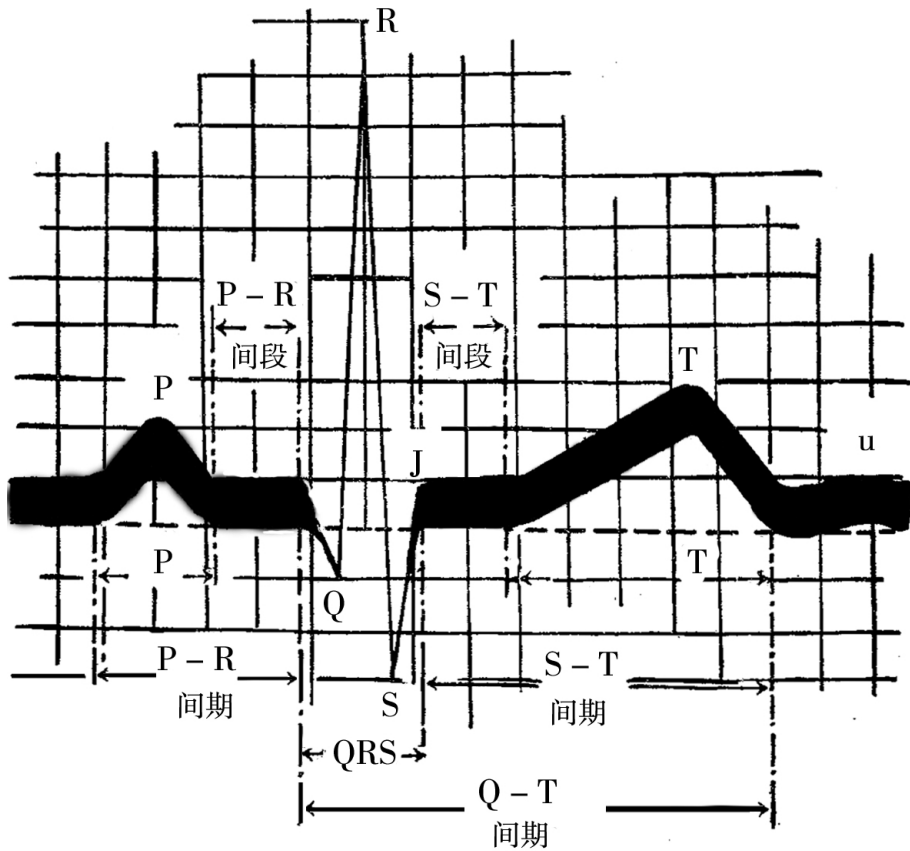


图 1-1 典型心电图图解

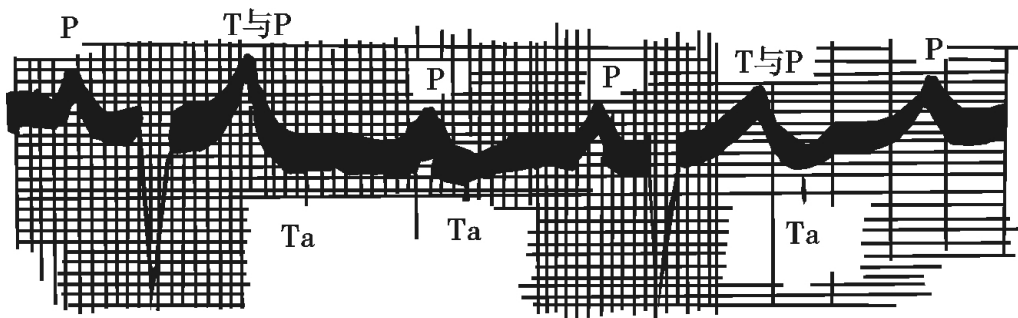


图 1-2 完全性房室传导阻滞出现心房 T 波 注: Ta 为心房 T 波

(S-T段) 自 QRS 波群的终点至 T 波的起点为 S-T 段。

(T波) 在 S-T 段后出现的一个比较低而宽的波, 代表心室复极时的电位, 为心室复极波, 即 T 波。

(Q-T 间期) 自 QRS 波群的起始点至 T 波的终点为 Q-T 间期, 代表心室除极与复极所需的时间, Q-T 间期相当于心室收缩期。

(u 波) 是 T 波后的小波, 其方向应与 T 波一致, 代表心肌激动后的“激后电位”。

## 二、心肌细胞的电位

### (一) 膜电位

在一般生理学中, 仅称静息电位为膜电位, 但也有人把静息电位与动作电位均称为膜电位。

#### 1. 静息电位

神经和肌肉在安静状态下, 其浆膜外表面各部是等电位。如将电位计的一个电极插入纤维浆膜内, 而另一个电极仍置于浆膜外, 发现电位计指针发生偏转 (图 1-3, A)。浆膜内为负电位, 浆膜外为正电位, 此细胞浆膜内外表面之电位差称为浆膜的静息电位。实验表明, 不同动物的静息电位各不相同, 在  $+50 \sim +95\text{mV}$  之间。

#### 2. 动作电位

当神经或肌肉纤维受到刺激而发生兴奋时, 则浆膜内外的电位突然发生转变, 膜内由负电位转变为正电位, 由  $-90\text{mV}$  转变为  $+20 \sim +30\text{mV}$  (图 1-3, B)。膜外由正电位转变为负电位, 这一现象称为膜电位逆转。因膜电位逆转所产生的膜电位变化称动作电位。

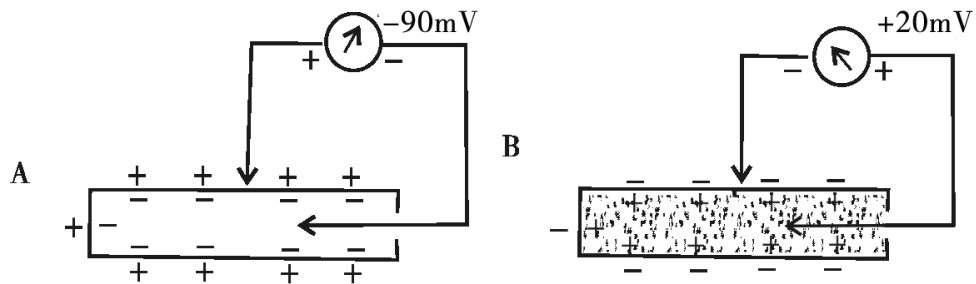


图 1-3 膜电位

## (二) 双相动作电位

一切活组织都有正负电荷，当神经或纤维在安静状态时，在细胞浆膜内外表面上带有电量相等的异性电荷。因此，安静状态亦称极化状态。浆膜本身也称极

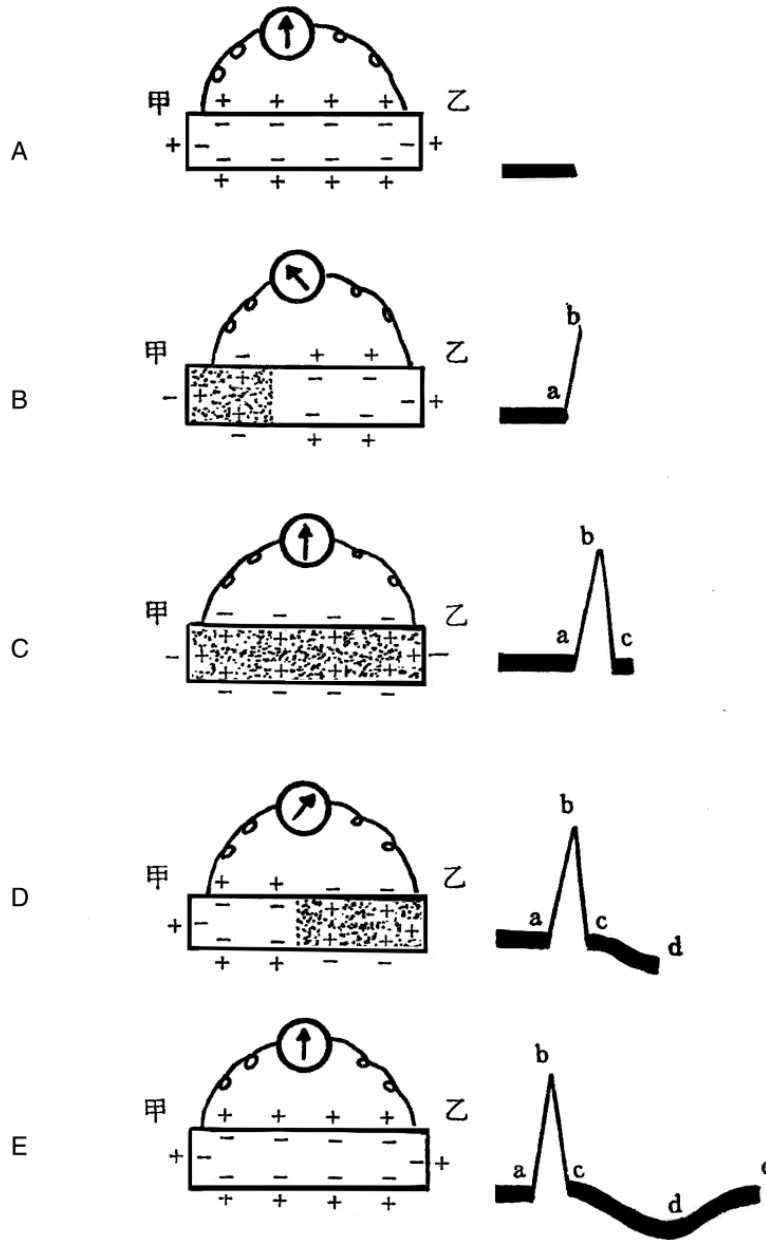


图 1-4 双相动作电位

化膜。如将电流计的两极放在纤维的两端，在电路中不出现电流（图 1-4，A）。

如刺激纤维甲端使之兴奋，则甲端膜电位立即发生逆转，膜内电位由负电位转变为正电位，膜外由正电位变为负电位（图 1-4, B），使原来的极化状态遭到破坏，此现象称为除极化过程（也称反极化过程，因其电位分布恰与极化状态相反）。此时，甲乙两端产生电位差，电流计中有电流通过，所记录电流曲线为 ab 段。当兴奋继续传到乙端时，整个纤维除极完毕，甲乙两端电位相等，这时不产生生物电流，电流计指针回到零点，所记录的电流曲线也就回到基线上（图 1-4, C）。随后，甲端兴奋逐渐减弱，直至最后恢复到安静状态，浆膜的静息电位重新建立起来，恢复了极化状态，这一过程称为复极化过程（图 1-4, D）。甲端复极化后，浆膜外表面出现正电位，尚处于兴奋状态的乙端浆膜外表面仍是负电位，故甲乙两端产生电位差，从而产生一个与除极化过程方向相反的电流，所记录的曲线为 cd 段。最后，整个纤维全部恢复到安静状态即复极化过程完毕，这时甲乙两端电位又相等，不出现生物电流，电流计指针又回到零点，此时所记录的电流曲线也回到基线上（图 1-4, E）。

整个除极与复极过程所记录的电流曲线 abcde 称为动作电流的双相曲线。

当复极方向与除极方向一致时，则所得复极波与除极波方向相反（图 1-4, E）。如预先给细胞左端加温，使其新陈代谢加快，提早复极，则复极方向从左端开始，变为后除极端先复极，先除极端后复极，其所得结果是复极波与除极波方向一致（图 1-5）。由于复极化过程时间较长，所记录的曲线低而宽，而除极化过程时间较短，所记录的曲线陡而尖。

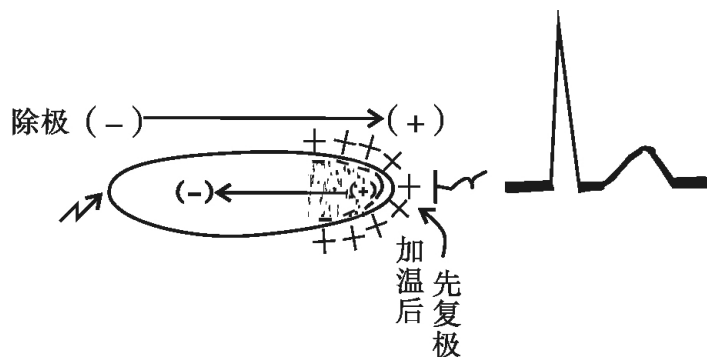


图 1-5 心电波产生原理

以上事实说明，无论是除极或是复极，始终伴随着膜电位的变化。除极时，除极面为负电荷，其前端为正电荷（图 1-4, B）。复极时，复极面为正电荷，其前端为负电荷（图 1-4, D）。在生理学上，正电亦称为“电源”，负电亦称为

“电穴”，构成一对电偶。由此得出结论是：在除极过程中，“电源”在前，“电穴”在后，在复极过程中，“电穴”在前，“电源”在后。心肌激动的传导（除极波的扩展），正如一系列电偶向前移动，“电源”在前，“电穴”在后，直至全部除极为止，电流曲线降回到基线。这是很重要的基本概念，对了解心电图的产生有重要意义。

### （三）膜电位的离子理论

神经纤维的膜电位主要由以下两种因素决定：①细胞浆膜内外各种离子的浓度不同。②安静状态与兴奋状态时，浆膜对不同离子的通透性不同。

在安静状态时，纤维浆膜内的正离子主要是  $K^+$ ，负离子主要是有机负离子  $A^-$ ；纤维浆膜外的正离子主要是  $Na^+$ ，负离子主要是  $Cl^-$ 。

纤维浆膜对各种离子的通透性不同，在安静状态时， $K^+$  通透性很高， $Cl^-$  次之， $Na^+$  通透性很小，有机负离子几乎不能透过纤维浆膜。因为  $K^+$  通透性很大，它能从高浓度的膜内向低浓度的膜外扩散，膜内的有机负离子不能通过浆膜，从而在膜外产生了多余的正离子  $K^+$ ，故使膜外带正电，膜内留下了  $A^-$  而带负电，造成浆膜内外的电位差，该电位即为安静状态下浆膜的静息电位。在电化学中将它称为扩散电位（图 1-6，A）。

当组织兴奋时，纤维浆膜对离子的通透性发生了一系列的改变：

首先是  $K^+$  通透性降低而  $Na^+$  通透性骤增，因此， $Na^+$  由高浓度的膜外向低浓度的膜内扩散，膜内出现了多余的  $Na^+$ ，使膜内带正电，膜外留下了  $Cl^-$  而带负电，即膜电位发生逆转（图 1-6，B）。

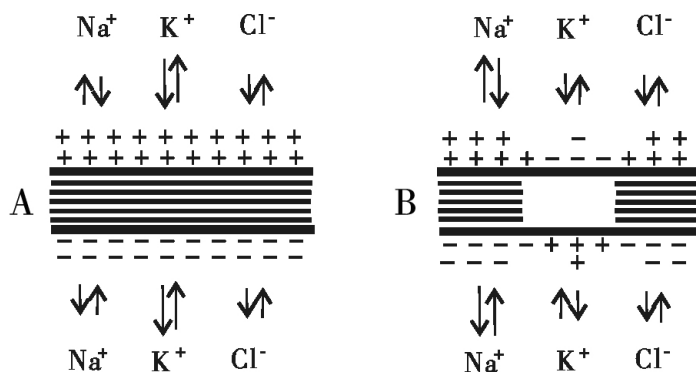


图 1-6 膜电位及其离子分布（以箭矢长短表示通透性的大小）

继之,  $K^+$  通透性又增加,  $K^+$  由高浓度的膜内向低浓度的膜外扩散。

最后, 组织开始恢复, 在复极过程, 进入膜内的  $Na^+$  靠钠泵作用排出膜外。

概括地说, 当组织兴奋时, 纤维浆膜对离子的通透性发生了一系列的改变, 其中主要是  $K^+$  与  $Na^+$  两种离子的改变。因此, 可以认为  $K^+$  与  $Na^+$  交替的进出是兴奋传导的直接原因。

#### (四) 膜电位与心电图的关系

膜电位的变化曲线与心电图上的曲线表现不同, 是因为心电图上所记录的曲线是反映动作电流活动过程中在细胞膜表面各点之电位差。心房除极与复极在心电图上表现为 P 波与 Ta 波, 心室除极与复极则表现为 QRS 波群与 T 波, 其与膜电位的变化曲线各有其相对应的关系 (图 1-7)。膜电位的变化曲线可分为 5 个时相: 即 0、1、2、3、4。

1. 时相 0: 当肌纤维在安静状态时, 浆膜电位应为静息电位, 即膜内电位为  $-90mV$ 。当肌纤维兴奋后, 膜电位发生逆转, 膜内电位从  $-90mV$  转变为  $+20 \sim +30mV$ , 为一个最初迅速除极或突然上升段。因除极过程极快, 细胞表面各点电位差变化很大, 因而 QRS 波群或 P 波的电压改变也较明显。如动作电位之上升速度减慢, 则传导速度减慢与 QRS 时间加宽。

2. 第 1 时相: 为复极开始, 纤维浆膜对  $K^+$  的通透性又增加, 使  $K^+$  由膜内向膜外扩散, 而对  $Na^+$  的通透性开始降低, 表现为一个早期和快速的复极期, 即动作电位的开始下降段, 称为第 1 时相。

3. 第 2 时相: 下降曲线较平坦, 相当于心电图上的 S-T 段, 是一个缓慢复极的延长期。此时细胞表面各点之电位差较小, 因而心电图上表现为一条等电位线。由于第 2 时相中尚有电活动存在, 因而在临床心电图上之 S-T 段不可能完全是等电位线, 其变异程度与此时相之坡度有关。若此时相平坦延长, 则 S-T 段延长, 若此时相缩短, 则 S-T 段亦缩短。

在第 1 时相与第 2 时相过程中, 对外源性或内生性的刺激均不应激, 是为绝对不应期。

4. 第 3 时相: 曲线下降的坡度明显增大 (即短时间内电位很快降低), 引起细胞表面各点之间有较大的电位差, 相当于心电图上 T 波的时间。若此时相之斜度增加和从第 2 时相至第 3 时相之过渡变陡时, 则 T 波振幅增加、时间缩短而波形变

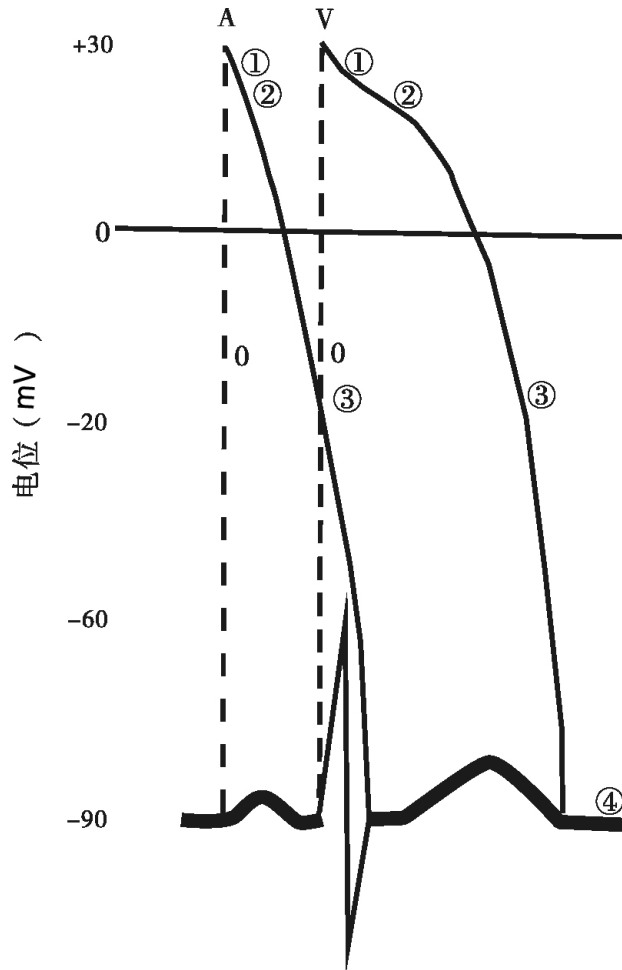


图 1-7 心房 (A) 与心室 (V) 的动作电位与心电图重叠图

尖。反之，则 T 波振幅减低。

在第 3 时相过程中，心肌细胞开始恢复应激性，是为相对不应期。

u 波的产生，大概与正负电位有关（当细胞内的  $\text{Na}^+$  依靠钠泵将其排出细胞外，而  $\text{K}^+$  尚未进入细胞内时，细胞内的电位可以暂时低于静息电位，此即为正后电位）。

5. 第 4 时相：当纤维恢复到安静状态时，浆膜的静息电位重新建立起来，此时膜内电位又为  $-90\text{mV}$ ，称为膜电位的第 4 时相。

### （五）探查电极的位置与波形的关系

如仍按图设计（除极从甲端开始，复极从乙端开始），因探查电极的位置不同

而所得波形也就各不相同（图 1-8）。

1. 向上波形：探查电极放在细胞乙端，除极与复极时均对向正电位，所得波形向上（图 1-8，电<sub>1</sub>）。

2. 向下波形：探查电极放在细胞甲端，除极与复极时均对向负电位，所得波形向下（图 1-8，电<sub>2</sub>）。

3. 双向波形：探查电极放在细胞中段，除极时先对向正电位，后对向负电位，复极时先对向负电位，后对向正电位，所得波形均为双相（图 1-8，电<sub>3</sub>）。

4. 当探查电极与细胞的距离较远或角度较大时，其电位影响相对变小，所得波形也变小（图 1-8，电<sub>4</sub> 和电<sub>1'</sub>）。

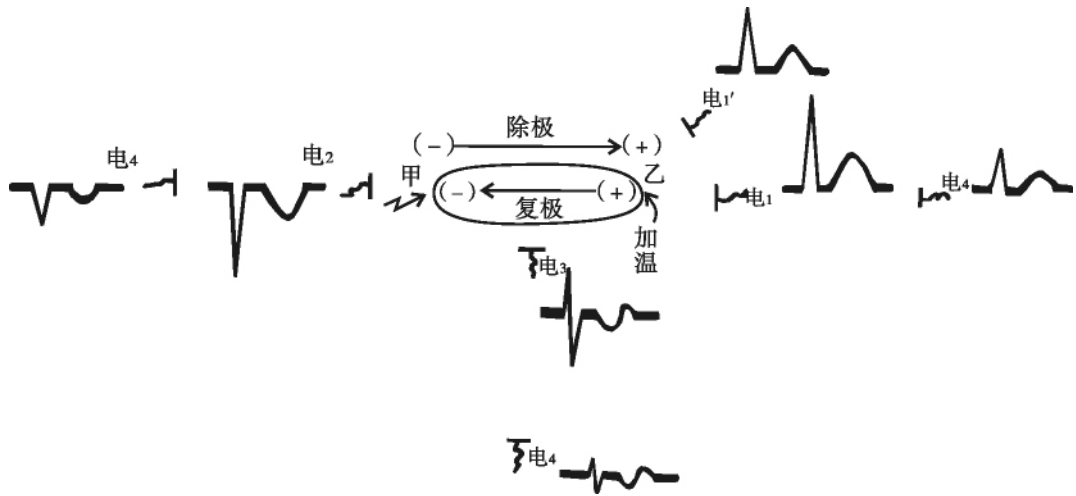


图 1-8 探查电极位置与波形的关系

（图中电<sub>1</sub>、电<sub>1'</sub>与细胞距离相等只是角度不同，详细说明见正文）

### 三、心室肌肉段除极过程

心肌细胞的电位，同样适用于人体心脏，现以心室肌肉段为例，将左右心室的肌肉段与探查电极置于导体中（图 1-9）。“A”为较薄的右心室壁，“B”为较厚的左心室壁，刺激的点在肌肉段内侧，先刺激“A”，0.02s 后再刺激“B”，将探查电极放在“A”外侧，记录下来的波形为 rS 型，因为最初受到刺激为“A”内侧，探查电极对向正电位，记录出一个 r 波。在 0.02s 后，较大的肌肉段“B”内侧受到刺激，探查电极对向负电位，由于“B”体积较大，其电力超过“A”，