

心电图基本知识



太原市革命委员会卫生局编

前 言

在毛主席无产阶级革命卫生路线的指引下,我市广大医疗卫生人员遵照毛主席关于“**应当积极地预防和医治人民的疾病,推广人民的医药卫生事业**”的伟大教导,近年来,对危害人民健康较为严重的冠心病、慢性肺心病和高血压病等积极开展了防治工作,并取得了一定成绩。为了适应防治工作的需要,使更多的医务人员能够掌握心电图诊断技术,更好地为人民服务,特编写《心电图基本知识》作为一般医务人员自学的资料 and 培训基层心电图工作人员的教材。此资料对心电图除理论上作了一般叙述外,重点介绍了心电图的诊断标准,关于心脏内传导系统的一些新概念也作了简要介绍。为了使初学者易于理解和记忆心电图的基本原理、正常心电图和各类异常心电图及其临床意义,特选编了150多幅简明易懂的图解,加以说明。

此资料在编写过程中,得到了中国人民解放军181野战医院、山西医学院第一附属医院和山西机器厂等单位的大力协助,特此致谢。

由于我们对马列主义、毛泽东思想学习不够,业务知识粗浅,在内容上遣误必多,诚恳的希望广大医疗卫生人员提出批评和指正。

太原市革命委员会卫生局

一九七四年二月

目 录

第一章 心电图学基本原理	(1)
一、典型心电图	(1)
二、心肌细胞的电位	(2)
(一)膜电位	(2)
(二)双相动作电位	(3)
(三)膜电位的离子理论	(5)
(四)膜电位与心电图的关系	(6)
(五)探查电极位置与波形的关系	(7)
三、心室肌肉段除极过程	(8)
四、心脏波形的产生机理	(9)
(一)心脏传导系统组织	(9)
(二)心脏除极顺序	(12)
(三)P、QRS、T波的形成	(12)
五、导联	(19)
(一)双极导联	(19)
(二)单极导联	(19)
六、爱氏三角及爱氏定律	(22)
七、电轴	(23)
(一)测量方法	(23)
(二)影响电轴偏移的因素	(25)
第二章 正常心电图	(26)
一、心电图的测量	(26)
(一)心电图的时间及电压	(26)
(二)心率的测量	(26)
(三)各波及间期的测量	(27)
(四)判定钟向转位的方法	(28)
二、波形的正常值及其意义	(29)
三、伪差的识别	(33)
(一)交流电干扰	(33)
(二)骨骼肌干扰	(34)
(三)基线不稳	(34)
(四)导联线接错	(35)

(五)打标准电压的时间不适当·····	(35)
四、心电图检查指征·····	(35)
五、心电图阅读步骤及报告方式·····	(36)
〔附〕正常小儿心电图特点·····	(37)
第三章 心房肥大与心室肥厚 ·····	(38)
一、心房肥大·····	(38)
二、左心室肥厚·····	(39)
三、右心室肥厚·····	(40)
四、双侧心室肥厚·····	(42)
〔附〕右位心心电图·····	(44)
第四章 房室束支传导阻滞 ·····	(45)
一、完全性左束支传导阻滞·····	(45)
二、完全性右束支传导阻滞·····	(47)
三、不完全性束支传导阻滞·····	(48)
四、心室内传导阻滞·····	(50)
五、左束支半阻滞·····	(50)
六、双侧束支传导阻滞·····	(55)
第五章 预激症候群 ·····	(62)
第六章 心律失常 ·····	(66)
一、总论·····	(66)
(一)心脏的几点生理特性·····	(66)
(二)神经体液功能对心肌功能的调节作用·····	(67)
(三)心律失常分类·····	(68)
(四)心律失常心电图的分析步骤·····	(69)
(五)临床意义·····	(69)
二、窦性心律·····	(69)
(一)正常窦性心律·····	(69)
(二)窦性心动过速·····	(70)
(三)窦性心动过缓·····	(71)
(四)窦性心律不齐·····	(71)
(五)窦性停搏·····	(72)
三、逸搏与逸搏性心律·····	(72)
(一)房室结区性逸搏与室性逸搏·····	(72)
(二)房室结区性心律·····	(75)
〔附一〕冠状窦性心律·····	(76)
〔附二〕冠状窦结性心律·····	(76)
〔附三〕反复心律·····	(76)

〔附四〕伪反复心律·····	(76)
(三)游走性心律·····	(78)
(四)干扰性房室脱节·····	(78)
(五)心室自搏性心律·····	(80)
四、期前收缩·····	(80)
(一)房性期前收缩·····	(80)
(二)房室结区性期前收缩·····	(82)
(三)室性期前收缩·····	(83)
(四)间插性期外收缩·····	(86)
(五)多源性期前收缩·····	(87)
(六)多发性期前收缩·····	(88)
五、阵发性心动过速·····	(89)
(一)室上性阵发性心动过速·····	(89)
(二)室性阵发性心动过速·····	(91)
六、扑动与颤动·····	(93)
(一)心房扑动·····	(93)
(二)心房颤动·····	(94)
(三)心室扑动与心室颤动·····	(95)
七、窦房传导阻滞·····	(95)
八、房室传导阻滞·····	(96)
(一)第一度房室传导阻滞·····	(96)
(二)第二度房室传导阻滞·····	(97)
(三)第三度房室传导阻滞·····	(98)
第七章 心肌损伤的心电图 ·····	(101)
一、心肌梗塞 ·····	(101)
发生机理·····	(101)
心电图特征·····	(104)
(一)各病理期的演变·····	(104)
(二)梗塞区域定位·····	(105)
(三)心肌梗塞合并束支传导阻滞·····	(111)
(四)心室壁瘤·····	(113)
(五)仅有T波改变的心肌梗塞心电图·····	(113)
二、慢性冠状动脉供血不足 ·····	(113)
〔附〕运动试验·····	(116)
葡萄糖负荷试验·····	(118)
饱餐试验·····	(118)
三、心包炎 ·····	(119)

(一)急性心包炎	(119)
(二)慢性心包炎	(119)
四、心肌炎	(120)
五、急性肺原性心脏病	(121)
第八章 药物和电解质紊乱对心电图的影响	(123)
一、药物对心电图的影响	(123)
(一)洋地黄	(123)
(二)毒毛旋花子素	(124)
(三)奎尼丁	(125)
(四)酒石酸锑钾	(125)
(五)吐根硷	(126)
二、电解质紊乱对心电图的影响	(126)
(一)血钾过低	(126)
(二)血钾过高	(128)
(三)血钙过低	(130)
(四)血钙过高	(130)
附录	(131)
一、心电轴计算表	(131)
二、自R—R间期推算心率表	(134)
三、正常P—R间期时限表(秒)	(134)
四、不同心率时Q—T间期的正常范围图	(135)
五、心动周期长度(秒数)的平方根表(用作计算Q—T _c)	(136)
六、心电图报告的一种格式	(137)
七、两级梯运动测验登梯次数表	(138)

第一章 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，一个典型心电图包括下列各波（图1）。这些波的命名并无任何涵义。

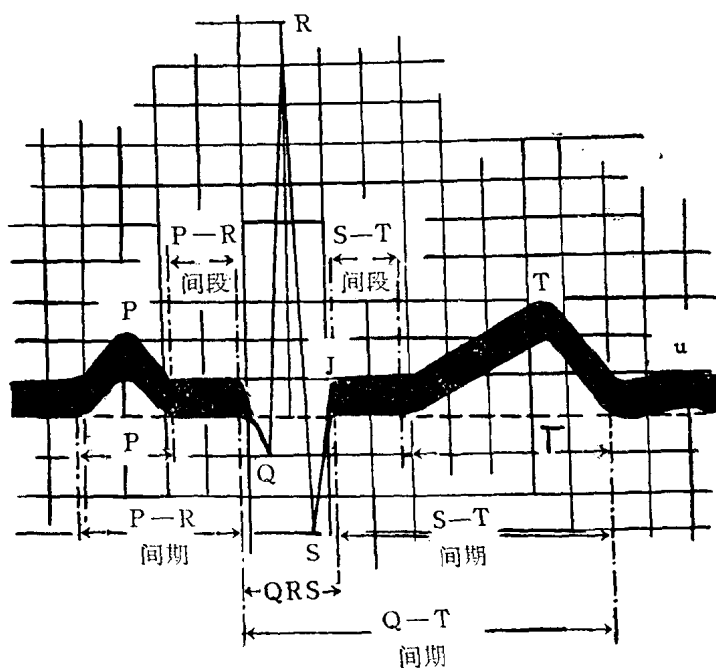


图1 典型心电图图解

〔P波〕 为心房除极波，代表心房激动（除极）时所产生的电位。

〔T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2），分别在Ⅱ、Ⅲ及AVF导联中

最显著。当 T_a 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。

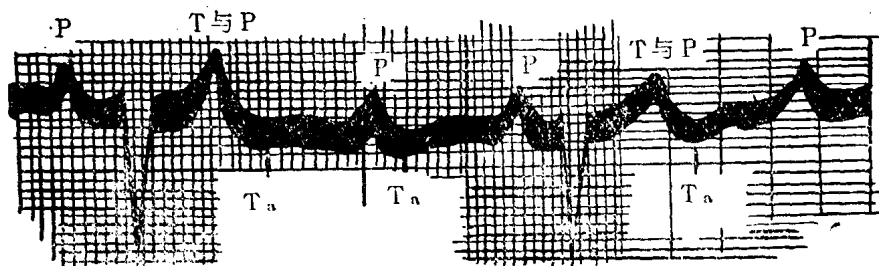


图2 完全性房室传导阻滞出现心房T波。 注： T_a 为心房T波

〔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。

〔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，但也有的作者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3-1，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，大致在50~95毫伏之间。

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毫伏转变为+20~+30毫伏(图3—1, B)。膜外由正电

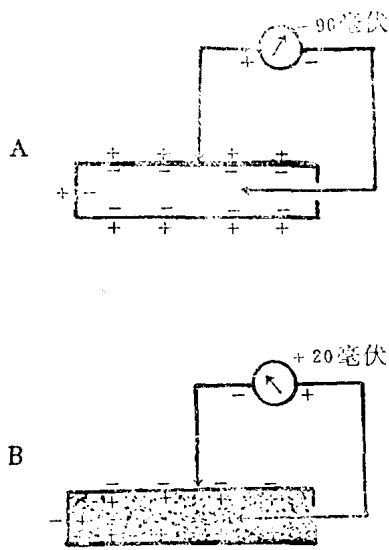


图 3 — 1 膜电位

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。

(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3—2, 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3—2, 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3—2, 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3—2, 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3—2,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3—2,E）。如

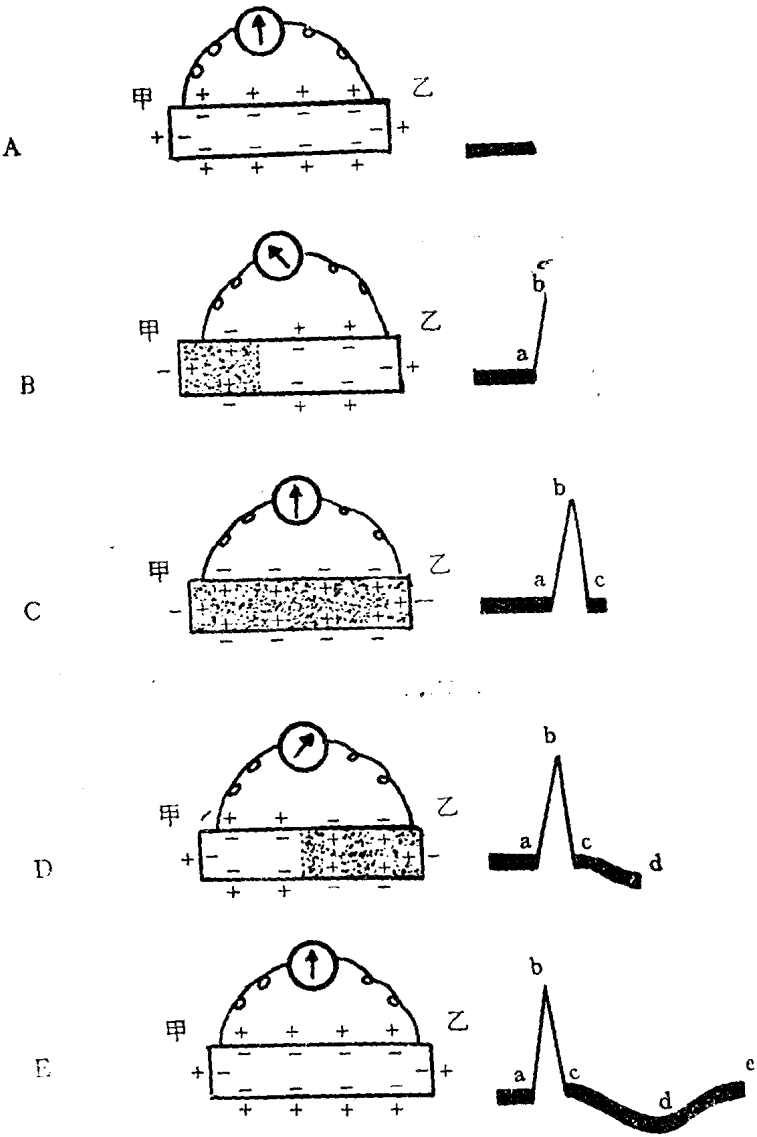


图 3—2 双相动作电位

予先给细胞左端加温,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3-3)。由于复极

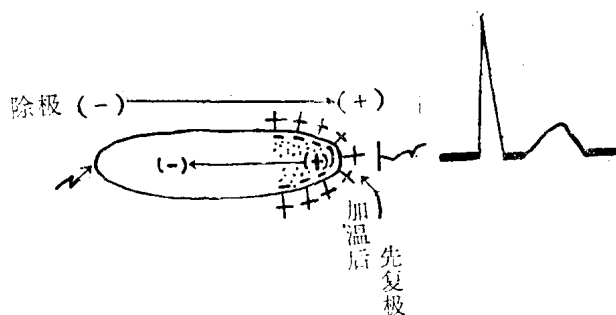


图 3—3 心电波产生原理

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。

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3—2,B)。复极时,复极面为正电荷,其前端为负电荷(图3—2,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4—1,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4—1,B)。

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。

概括的说,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。

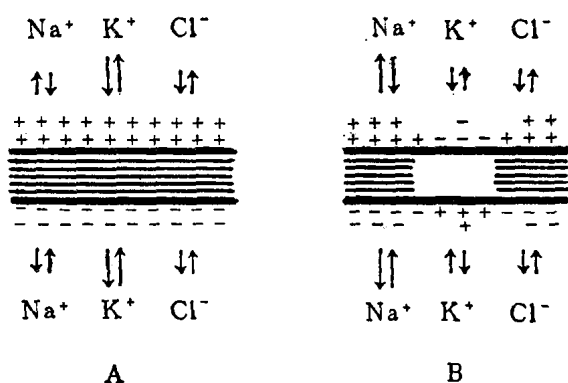


图 4—1 膜电位及其离子分布 (以箭头长短表示通透性的大小)

(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 T_a 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 4—2)。膜电位的变化曲线可分为 5 个时相: 即 0、1、2、3、4。

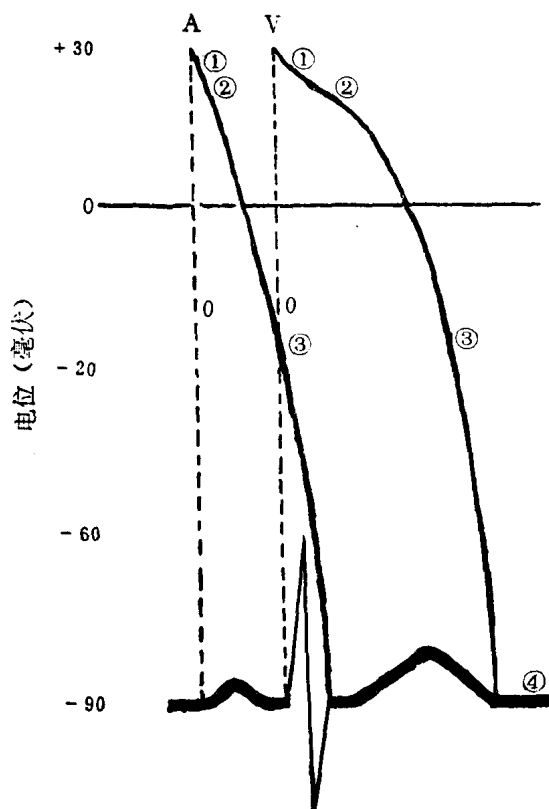


图 4—2 心房 (A) 与心室 (V) 的动作电位与心电图重叠图

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-90毫伏。当肌纤维兴奋后,膜电位发生逆转,膜内电位从-90毫伏转变为+20毫伏~+30毫伏,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:大概与正后电位有关(当细胞内的 Na^+ 依靠钠泵将其排出细胞外,而 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毫伏,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3—2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5)。

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5—电₁)。

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5—电₂)。

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5—电₃)。

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5—电₄和电_{1'})。

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6)。“A”为较薄的右心室壁，“B”为较厚的左心室壁，

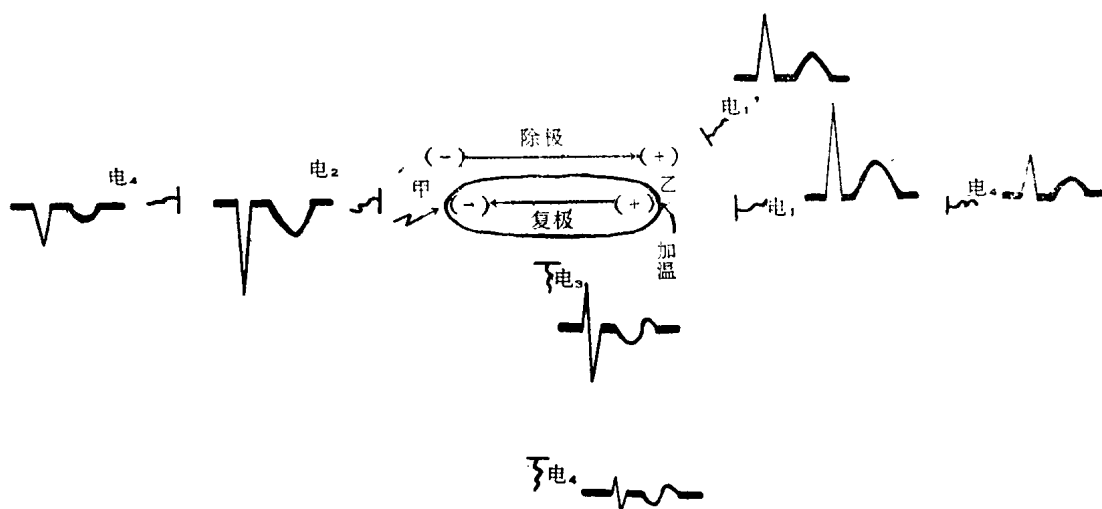


图5 探查电极位置与波形的关系(图中电₁、电₁'与细胞距离相等只是角度不同,详细说明见正文)

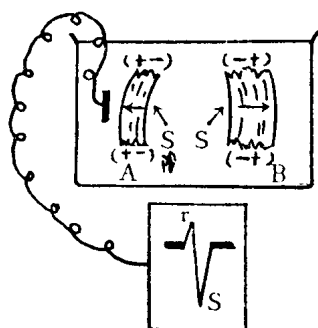


图6 探查电极放置在导体中的两块不同肌肉段A外侧,肌肉段A受到刺激早于B0.02秒,所记录的图形为rS型。

刺激的地点在肌肉段内侧,先刺激“A”,0.02秒后再刺激“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0.02秒后,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”,将“A”遗留电力遮盖,故记录出S波,形成rS型。

如将探查电极放在“B”外侧(图7),先刺激“A”,0.02秒后再刺激“B”,所记录下来的波形为qR型。“A”最先受刺激,探查电极对向负电位,记录一个向下的小波即q波。因为“A”肌肉薄,电力小,距离探查电极又远,所记录下来的波形也小。在0.02秒后,“B”受到刺激,探查电极对向正电位,距离又近,记录一个向上的大波,即R波。

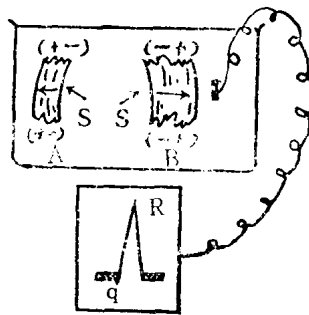


图7 探查电极放置在导体中两块不同肌肉段B外侧,肌肉段A受刺激早于B0.02秒,所记录的图形为qR型。

以上是假设刺激一段心室肌肉,而刺激时间人为地相差0.02秒,在人体心脏兴奋时,其波形产生机理与此相似。

四、心脏波形的产生机理

(一) 心脏传导系统组织

心脏传导系统组织是由一小部分特殊肌纤维组成,起着产生冲动和传导冲动的特殊

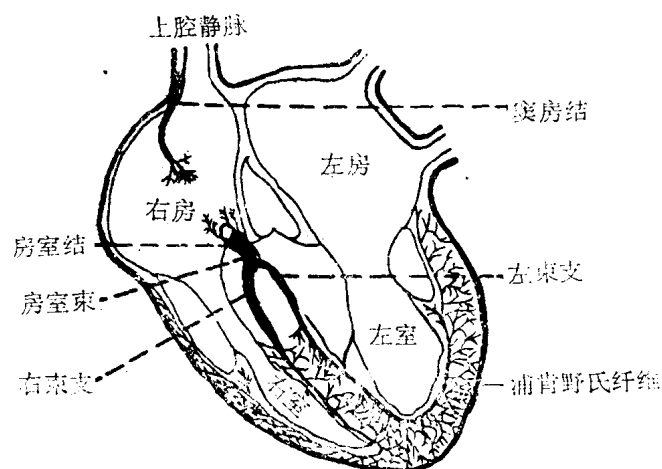


图8 心脏传导系统图解

作用，这种具有特殊功能的心脏传导系统包括下列几个部分（图8）。

1. 窦房结：位于右心房上腔静脉入口处，其频率最高，当其冲动传导到其他传导系统组织时，抑制了其他传导系统尚未成熟的自动性，因而成为心脏正常的、最高一级的起搏点，而控制了整个心脏活动。

窦房结内的节律性也有不同，窦房结的头部节律性最高，尾部较低。从窦房结的头部到尾部节律性逐渐降低，头部发出兴奋性较快，尾部较慢。因此，心率也就不同。

2. 结间通道：至于从窦房结到房室结的传导途径，据近年来研究，认为在心房内有特殊通道，称为结间通道（图9—1）。

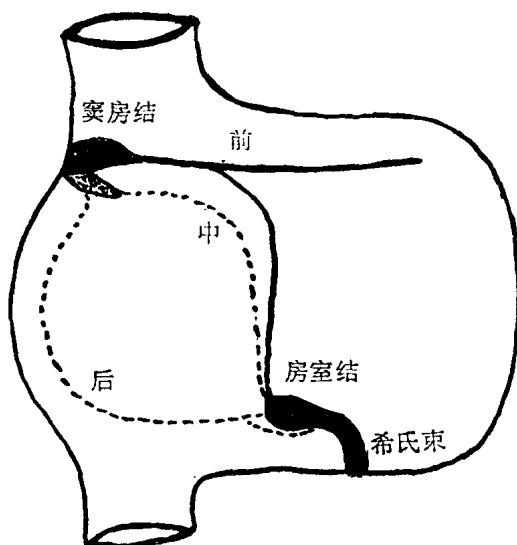


图9—1 窦房结与房室结之间的结间通道示意图

结间通道共有三条：

（1）前结间通道：起源于窦房结的前部，绕过上腔静脉向左进入房间隔前部的肌束，分为两支，其一支至左房，另一支沿房间隔前部下降到达房室结。

（2）中结间通道：起源于窦房结的后部，沿房间隔下降到达房室结。

（3）后结间通道：起源于窦房结的后部，其主要纤维绕过房室结的主要部份与房室结的下部相连。

此外，还有一些侧路（图9—2）。此侧路较短，主要连接后结间通道与房室结。但前、中结间通道与房室结之间也有侧路。侧路主要是由结间通道绕过房室结的主要部份到达房室结的下部。

3. 房室连接区（以下均简称为房室结区）：

房室结位于房室交界处，靠近心房中隔的右侧后部。近年来，经电生理学研究证明，房室结本身并无自动性，仅有传导激动的功能。而在房室结周围，包括心房与房室结连

接区、房室结与希氏束连接区及冠状窦开口处均有自动性，以上部位总称为房室结区。

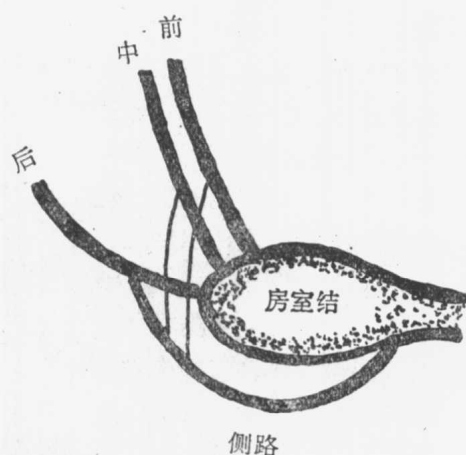


图9—2 结间通道与房室结之间的侧路示意图

4.房室束（希氏束）和束支：房室结向下延续而成房室束，当房室束跨过室间隔膜部下方时，在主动脉的后办与右办之间分出左束支，左束支系由多数纤维组成，沿室间隔左侧下降，至间隔上、中 $\frac{1}{3}$ 交界处便分成前后两组纤维，沿左心室间隔内膜下层呈扇形展开（图10—1）：一组为左束支前分支，沿左室心内膜前上方向，分布于室间隔前

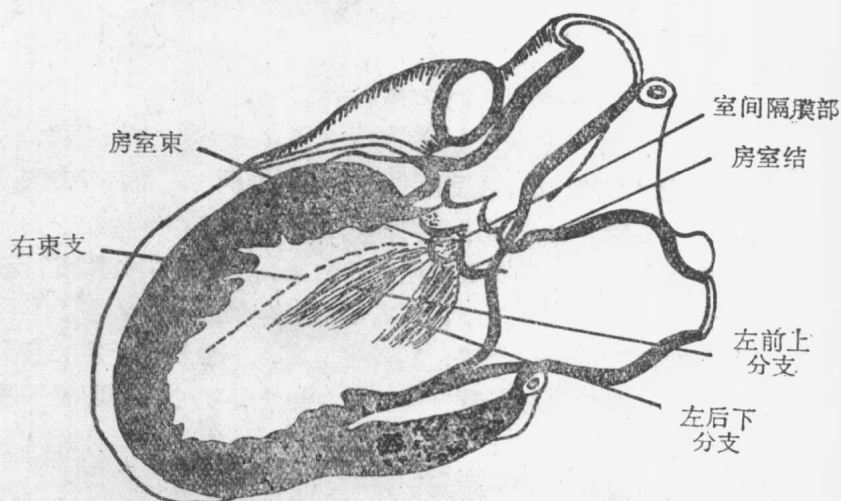


图10—1 心室内传导系统解剖示意图（从左心室观察室间隔）

上部及左室前侧壁心肌和前乳头肌，占左室的大部分。正常激动通过前上分支的向量，起始时向上向左，终末时向下向右；另一组为左束支后分支，沿左室心内膜后下方向，分布于室间隔后下部、左心室壁膈面心肌及后乳头肌。正常激动通过后下分支的向量，