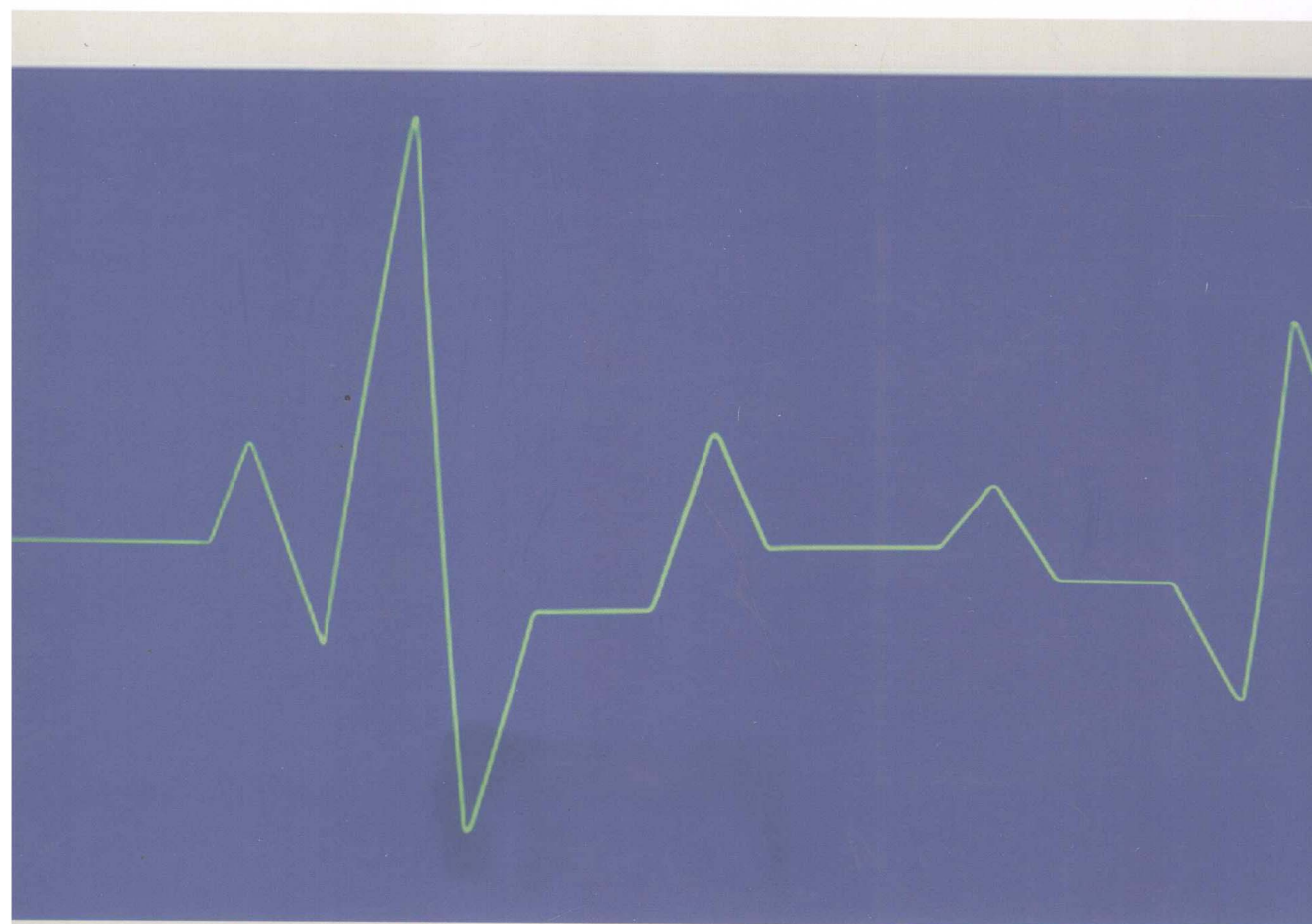


现代心电图技术与临床

XIANDAI XINDIANTU JISHU YU LINCHUANG

马立青 编著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

现代心电图技术与临床

马立青 编著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

现代心电图技术与临床 / 马立青编著. —北京: 科学技术文献出版社, 2013.9
ISBN 978-7-5023-8399-2

I. ①现… II. ①马… III. ①心电图 IV. ①R540.4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第234202号

现代心电图技术与临床

策划编辑: 薛士滨 责任编辑: 孙江莉 责任校对: 赵文珍 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官 方 网 址 <http://www.stdp.com.cn>
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 天津午阳印刷有限公司
版 次 2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷
开 本 787×1092 1/16
字 数 445千
印 张 18.75
书 号 ISBN 978-7-5023-8399-2
定 价 48.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

心电图在临床上应用甚广，诊断价值也较高。编撰出版《现代心电图技术与临床》一书，以满足基层社区或年轻医疗人员提高心电图检查诊断技能的要求，同时也是兼顾普及广大患者的查体和自我保健的知识。《现代心电图技术与临床》内容具有简明扼要、系统丰富、图文并茂、通俗易懂、随用随查、携带方便的特点，此外，还方便广大非医学人员查阅。本书从基础知识讲起，由浅入深，以普及的内容为主并兼顾提高。

此书是以各种常见心血管疾病和正常心电图现象为论述重点，涉及动态心电图与临床心电监测和频谱心电图等项诊断技术。尽管各种医疗设备的发展越来越快，可是在众多的实验室项目中，心电图检查仍是临床中最为普遍的诊断技术，尤其在基层医院，此项技术依然是最基本、最经济、最有效、最快捷的诊断技术之一。

限于篇幅和作者水平，以及制图和写作时间较紧迫，难免发生疏漏与错误，对此深表歉意，请读者多批评指正，以利今后进一步修正。

马立青

2013年8月

目 录

第一章	心电图基本知识	1
第二章	心电图导联及心电图波形产生原理	7
第三章	正常心电图	16
第四章	心房扩大与心室肥大	30
第五章	心肌缺血	37
第六章	急性心肌梗死	52
第七章	其他心肺疾病心电图	74
第八章	心律失常	88
第九章	窦性心律失常	95
第十章	期前收缩	99
第十一章	阵发性室上性心动过速	108
第十二章	心房扑动与心房颤动	116
第十三章	逸搏与逸搏心律加速的异位心律	123
第十四章	室性快速性心律失常	139
第十五章	预激综合征	149
第十六章	房室阻滞	155
第十七章	心室内传导阻滞	171
第十八章	药物及电解质紊乱对心电图的影响	190
第十九章	起搏心电图	198
第二十章	动态心电图	213
第二十一章	长 Q-T 间期综合征	220
第二十二章	早期复极综合征	223
第二十三章	食管心电图及食管心房调搏术	228
第二十四章	心电向量诊断学	235
第二十五章	特殊心电图检查	252
第二十六章	监测心电图	263
第二十七章	规范心电图诊断报告	267
第二十八章	同步 12 导联心电图与 QT 离散度和 P 波离散度	282
第二十九章	常见症状的心电图表现	285
	参考文献	296

第一章 心电图基本知识

第一节 心脏的解剖

一、心脏的结构

心脏在胸腔内，位于纵隔的前下部，膈肌之上，两肺之间，外裹心包，约 $2/3$ 位于前正中矢状切面的左侧， $1/3$ 位于正中线的右侧。上方有出入心脏的大血管，下方有膈，两侧将纵隔分为胸膜与肺，后方邻近左主支气管、食管、左迷走神经，胸主动脉和 $5\sim 8$ 胸椎；前方被肺和胸膜所覆盖。

心脏近似前后略扁倒置的圆锥体，大小似本人的拳头，心尖朝向左前下方，圆钝，游离壁由左心室构成，其体表投影在胸骨左缘第 5 肋间隙，并与大血管相连，其体表投影位于第五至第八胸椎水平，锁骨中线内侧 $1\sim 2\text{cm}$ 处；心底朝向右后上方，大部分由左心房，小部分由右心房构成。

二、心脏各腔

心脏是一个中空的肌性器官，共有四个腔，分别为右心房、右心室、左心房、左心室。心腔被间隔即房、室间隔分为左、右两半。房间隔分隔左、右心房，室间隔分隔左、右心室。正常心脏左右两半互不相通，以此保证体循环与肺循环的正常运行。右心房壁厚 2mm ，位于心脏右上部分。前方为固有心房，后方为腔静脉窦两部分。右心室壁厚 $3\sim 4\text{mm}$ ，室壁上有一方形隆起称室上嵴。将室腔分为窦部（流入道）和漏斗部（流出道）两部分。左心房壁厚 $2\sim 3\text{mm}$ ，构成心底大部分，左心室壁厚 $9\sim 12\text{mm}$ ，约为右心室的 3 倍，构成心尖和心左缘（图 1-1）。

三、心壁的构造

心壁由心内膜、心肌层和心外膜构成。

（1）心内膜位于各心腔的内面，为一层光滑的薄膜，由内皮组织及结缔组织构成，与血管的内膜相延续。在房室口及动脉口处折叠形成心瓣膜。

（2）心肌层，大部分由心肌纤维构成。心房肌较薄，为 $2\sim 3\text{mm}$ 。心室肌较厚，左心室肌最厚，为 $12\sim 15\text{mm}$ ，大约为右心室的 3 倍。心房肌与心室肌被左右房室口周围的纤维环相隔，因此，心房与心室并不直接相通，所以，心房兴奋只能通过心脏的传导系统传入心室肌引起兴奋。

（3）心外膜，被覆于心肌层和大血管根部的表面，为透明光滑的浆膜，为浆膜心包的脏层。成人心外膜较心内膜厚，内含有血管及脂肪组织。

（4）房间隔和室间隔

房间隔由心内膜、少量心肌和结缔组织构成。厚度 $1\sim 4\text{mm}$ 。室间隔较厚，由心肌和心内膜构成。

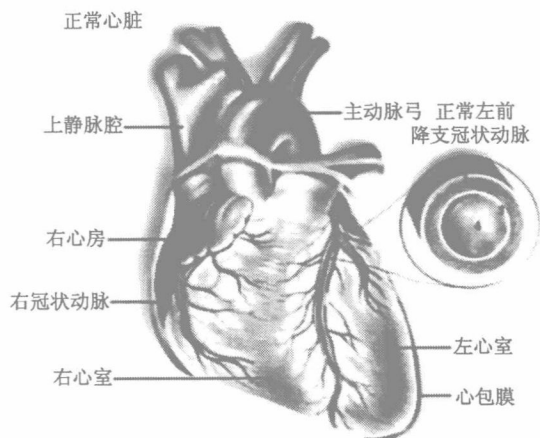


图 1-1 心脏解剖示意图

第二节 心脏的神经支配

心脏受交感神经及迷走神经的直接支配。交感神经分布的区域较迷走神经广，除传导系统各部分外，尚可到达心室肌肉组织。而迷走神经只抵达窦房结、房室结、房室束及其束支。普肯耶氏纤维网及心室内并不含有迷走神经。

一般而言，交感神经为心脏的加速神经，使心肌的自律性、传导性、收缩性均加强，使不应期缩短，尤其是房室结不应期明显缩短。与此相反，迷走神经为心脏的抑制神经，迷走神经张力的变化使房室结不应期明显增加，心房肌不应期缩短，心室不应期变化不大。

窦房结受迷走神经和交感神经的控制，以前者为主，房室结传导主要受交感神经的调节。迷走神经对窦房结的调节作用反映在每次窦性心动周期上，而交感神经对窦房结的调节缓慢，通常在 20s 以后才起作用。

自主神经影响着心肌各组织的不应期，包括预激旁路的不应期。

第三节 心脏的血管分布

心脏由左、右冠状动脉供给血液。左冠状动脉起自左侧后主动脉窦，有两个主要分支即左前降支和左回旋支。前者往往绕过心尖，走向左心室后面而进入心肌内；后者沿房室沟绕过心脏的左缘至左室后面，与右冠状动脉相吻合。右冠状动脉起自前主动脉窦，走行于右侧房室沟内，环行至心脏后面，分出后降支到达心尖附近（图 1-2）。

左前降支借其分支分布于左室前壁、前乳头肌、心尖、右室前壁一小部分、室间隔的前 2/3 以及心传导系的房室束、右束支、左束支的前半及左前分支、左后分支。

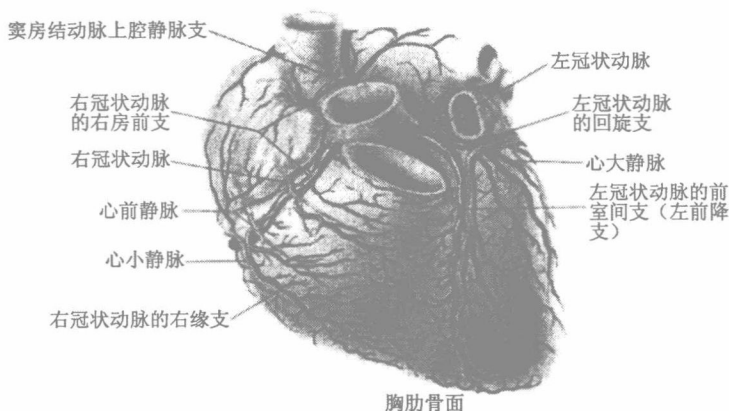


图 1-2A 冠状动脉和心脏静脉

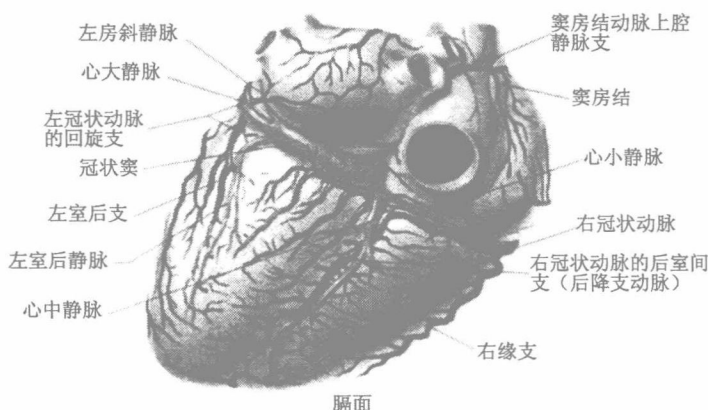


图 1-2B 冠状动脉和心脏静脉

回旋支借其分支分布于左房、左室前壁一小部分、左室侧壁、左室后壁的一部分或大部分，甚至可达左室后乳头肌，约 40% 的人分布于窦房结。

右冠状动脉一般分布于右房、右室前壁大部分、右室侧壁和后壁的全部、左室后壁的一部分和室间隔后 1/3、右束支后半、左后分支，此外，还分布于房室结（93%）和窦房结（60%）。

窦房结和房室交界区均有动脉分支相互吻合，形成丰富的侧支循环，可保证窦房结和房室交界区有充足的血供。左后分支多为双重供血。

冠状动脉自心脏外膜分支给心内膜供给血液，其层支越在心肌深处，其间的交通支越少。因此，心肌缺血、损伤往往是自心内膜始，向心外膜延伸。

第四节 心脏的传导系统

心脏每次机械性收缩之前，心肌细胞首先发生电激动，心脏细胞的电激动是触发其机械活动的始动因素。心脏在激动过程中产生的微小生物电流可经人体组织传导到体

表,将测量电极放置在人体表面的一定部位,连接一个装有放大和描记装置的心电图机,把每一心动周期的心脏电位变化描记成连续的曲线,这就是体表心电图。

一、心脏的传导系统

心脏的传导系统是一种具有起搏和传导激动非常迅速的特殊心肌。主要由窦房结、心房内传导束、房室交界区、房室束、心室内传导束组成(图 1-3)。

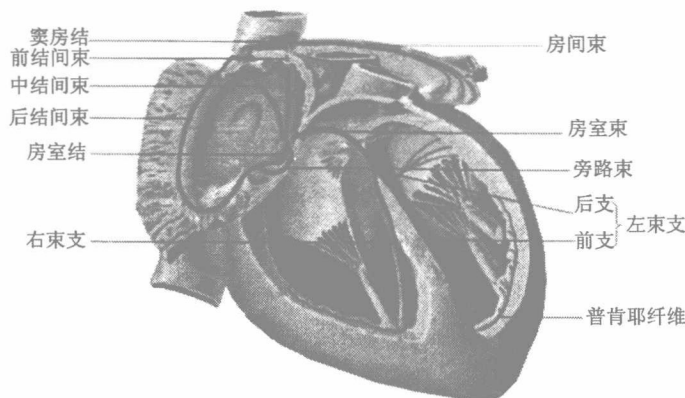


图 1-3 心脏传导系统示意图

(一) 窦房结

位于上腔静脉前外侧壁的静脉窦与右心房交界处,故名窦房结。呈稍横置的梭形,分头、体、尾三部分。窦房结中央的 P 细胞具有产生节律性兴奋(冲动)的能力,是心脏的最高起搏点。

(二) 结间束

位于窦房结与房室结之间,包括前、中、后三条结间束。其功能是将窦房结冲动传至房室结,同时沿心房传导,引起心房肌收缩。

(三) 房室交界区

房室交界区包括房结区、结区和结希区。房室交界区的功能有三:①传导作用:近来认为房室交界区有两条传导途径,一条是正常快径路传导途径,不应期长,另一条是慢传导途径,不应期短。②对兴奋的传导起延搁作用,约为 40ms。③起搏作用。

(四) 心室内传导束

包括房室束、左束支、右束支和普肯耶氏纤维网,共同构成希-普氏系统。

(1) 房室束又称希氏束,是房室结的延伸部分,穿过中心纤维体,进入室间隔膜部的下缘,末端延续为右束支。房室束与三尖瓣、主动脉瓣及室间隔关系密切。上述这些部分损伤易影响房室束。

(2) 左束支由房室束分出后穿过室间隔膜部下缘,下行于肌性室间隔左侧心内膜深处,呈扇形展开成三组:①左前分支:该分支分布的范围主要为室间隔左侧面的前半部、左心室前壁和侧壁,以及前乳头肌。②左后分支:分支较近,有如左束支主干的直接延续。该分支分布的范围主要为室间隔左侧的后半部、左心室后下壁及后乳头肌。③间隔支:较为细小,一般认为该支在室间隔的中下部形成纤维网。间隔支的兴奋形成 QRS 波群的起始向量。

3.右束支它是由一组细长的纤维组成，沿室间隔右侧面的心内膜下走行至右心室前乳头肌根部散成分支。右束支因其细长，故较易损伤。

4.普肯耶纤维由左右束支的末梢部分反复分支形成的终末细小纤维在心内膜下交织而成，纤维网在心室间隔的中下部、心尖、乳头肌的基底部分布较丰富，而在心底部、动脉口周围和心室间隔上部则分布较少，所以兴奋是由心尖经游离壁向上传导，心脏收缩顺序是由心尖向心底部进行。

第五节 心肌的电生理特性

心肌细胞的电生理特性是以生物电变化，即跨膜电位变化为基础而形成的心肌细胞的某些生理特性，包括自律性、兴奋性和传导性。

正常的心脏冲动起源于窦房结，首先引起心房激动，同时经房内的结间束到达房室结，再经房室束（希氏束）、左右束支及普肯耶纤维网传布至心室肌，引起心室的激动。心脏激动具有正常节律，这是由心肌的电生理特性所决定的。

（一）自律性

自律性是指心肌自律细胞能依靠本身内在的变化而自发有节律地发生兴奋的性能，心脏含有自律性细胞（又称起搏细胞），具有舒张期缓慢自动除极的特性，但不同组织的细胞，其自律性是不一样的（图 1-4）。自律性最强的是窦房结，发放冲动的频率为 60~100 次/min；其次为房室交界区，其频率为 40~60 次/min；频率最慢的是希氏束以下的普肯耶纤维，其频率为 20~40 次/min。正常情况下，由于窦房结的自律性最强，其他部位均被超速抑制，故窦房结发放的冲动支配了整个心脏的电学活动。某些病理情况下，窦房结自律性下降或其兴奋传出受阻时，或潜在起搏点的自律性增高大于窦房结的自律性时，则潜在的起搏点可一时或持久地主宰整个心脏节律，称为异位节律。

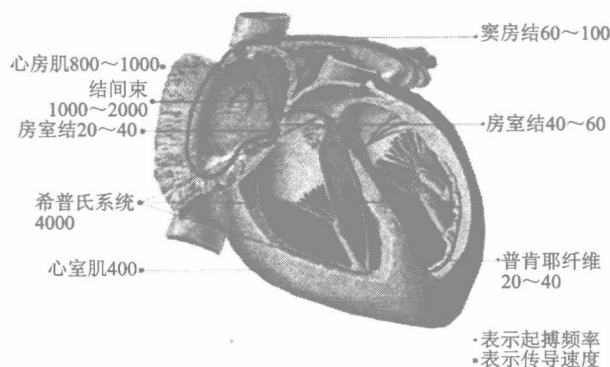


图 1-4 起搏频率 (bpm) 与传导速度 (mm/s)

（二）兴奋性

兴奋是指细胞受外来刺激或由内在变化而发生的膜除极化现象。兴奋性是指心肌细胞对适当刺激能发生兴奋，即产生动作电位的特性。正常情况下，心脏内的窦房结是通

过本身内在变化而发生兴奋，其余部位则是由于窦房结传导的兴奋作为刺激而发生兴奋。在一个心动周期中，心肌的兴奋性可分以下 5 期（图 1-5、图 1-6）。

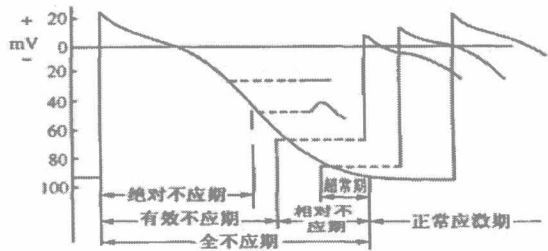


图 1-5 心肌兴奋性的成分分期

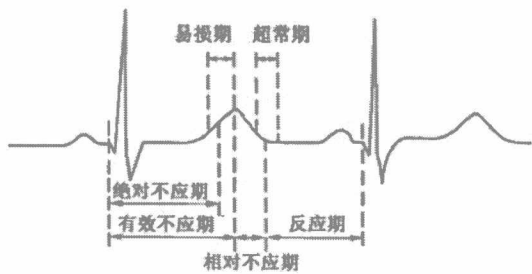


图 1-6 心动周期不同时期心肌的兴奋性

（三）传导性

传导性是指兴奋或动作电位沿细胞膜不断向外扩布的特性。心脏内的特殊传导组织和心肌组织都有传导性，但其传导速度有很大差别（图 1-4）。普肯耶系统、房室束及其束支的传导速度最快，约为 4000mm/s；而房室结最慢，为 20~40mm/s；心房肌为 800~1000mm/s；心室肌约为 400mm/s；结间束为 1000~2000mm/s。房室结传导的延迟，使得心房和心室按顺序收缩，保证心室血液的充分充盈。如果激动在传导途径中任一部位发生传导延迟或中断，则会出现各种传导阻滞。

此外，心肌细胞接受激动后，于电学活动后 0.02~0.07s 出现机械收缩，使血液在密闭的管道内不停地流动，称为心肌的收缩性。

第二章 心电图导联及心电图波形产生原理

第一节 心电及心电图波形产生的原理

一、心肌细胞的除极与复极

静息状态下，细胞膜外带正电荷，细胞膜内为负电荷，细胞膜内外的电位差，称为静息电位。此时，细胞膜外各点的正电荷分布均匀，没有电位差，因而没有电流产生，此时称为极化状态（图 2-1A），探查电极描记出一电平线。当心肌细胞一端受刺激时，细胞膜钠通道开放， Na^+ 迅速内流，细胞内电位升高，细胞外电位降低，此为除极进行（图 2-1B）。表现为细胞已除极的部分电位低（电穴），未除极部分电位高（电源），这就产生了动作电流，电源在前，电穴在后，沿除极方向前进。探查电极放在除极进行的前方，对着电源，描出向上波。除极进行完毕，细胞膜外变成均匀的负电位，称为除极状态（图 2-1C）。此时无电位差，原向上的波又降至电平线。以上除极的电位变化历时仅 $1\sim 2\text{ms}$ ，描记的波形陡直而窄。细胞除极完毕后开始复极过程。复极自先除极的一端开始，已复极的一端为电源，未复极的一端为电穴，此时产生的电位差和动作电流，电穴在前，电源在后，探查电极对着电穴，描出 T 波（图 2-1D）。复极进行速度慢，描记的波形圆钝而宽。一旦复极完毕，细胞表面为均匀分布的正电荷，无电位差和电流产生，则曲线迅速回至电平线（图 2-1E）。

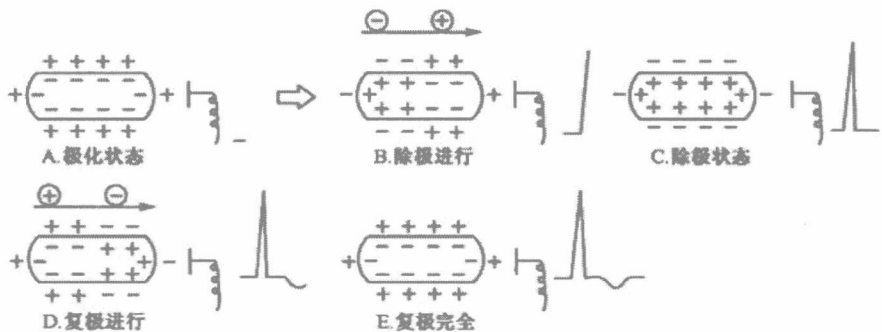


图 2-1 心肌细胞的除极与复极

二、心室肌细胞膜电位产生原理

心室肌细胞膜电位波形和形成比较复杂。心室肌细胞膜电位由静息电位和动作电位组成（图 2-2）。

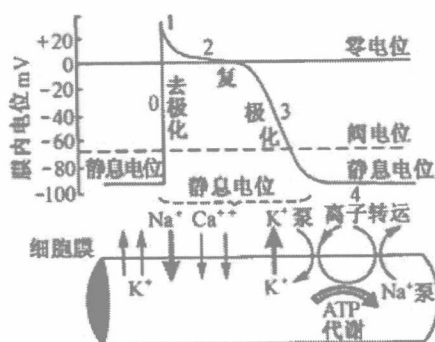


图 2-2 心室肌细胞膜电位产生原理

(一) 静息电位

正常情况下，心肌细胞内液 K^+ 浓度约为细胞外液的 20~30 倍，而细胞外液 Na^+ 约为细胞内液的 10~20 倍。在静息状态下，细胞膜仅对 K^+ 有通透性， K^+ 外逸，而留下蛋白质负离子在细胞内。达到平衡时，形成内负外正的细胞内外电位差。静息状态下，细胞内外的电位差，称为静息电位（如膜外电位为 0，则细胞内静息电位为 $-90mV$ ）。

(二) 动作电位

心室肌细胞受外来刺激以后，迅速产生一个动作电位。

1. 除极 0 相——除极化过程，是 Na^+ 迅速进入细胞膜内形成的电位， Na^+ 内流短暂迅速，0 相振幅时间短，波幅高达 $130mV$ 左右，占时仅 1~2ms。

2. 复极 1 相——早期快速复极期，是大量 Na^+ 内流的终止及 K^+ 外流和 Cl^- 内流而使细胞内电位迅速降低。约占时 10ms。

2 相——主要是 Ca^{2+} 缓慢内流、 Cl^- 内流和 K^+ 外流达到动态平衡，形成平台期。持续 100~150ms。

3 相——晚期快速复极期，离子内流通道关闭（包括 Cl^- 和 Ca^{2+} ），而离子外流通道开放， K^+ 顺浓度差大量外流，使细胞内电位急剧变负，迅速达静息电位水平。占时 100~150ms。

4 相——此期钠-钾泵开始工作，使细胞内外的阴阳离子浓度重新恢复到原有的状态。

心肌缺血、损伤、坏死、炎症、药物影响等可改变离子通道的特性和功能，从而影响动作电位的变化以及心电图上 QRS、ST-T、Q-T 间期的改变。

三、心室肌细胞的动作电位与心电图的关系

见图 2-3。

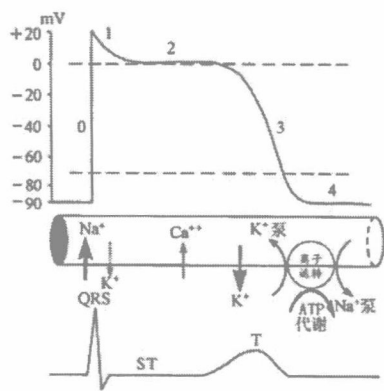


图 2-3 心室肌细胞的动作电位与大致相应的心电图

四、心脏电活动与心电图各波段的关系

体表心电图记录到的是普通心肌，即心房肌、心室肌的电活动（如心房除极、复极形成 P 波、Ta 波；心室除极、复极形成 QRS 波和 T 波）。体表心电图记录不到特殊心肌如窦房结、房室结的电活动，因电能太弱，心电图上表现为直线。心电图是特殊心肌与普通心肌的电活动（直线与波形）叠加而成。心脏电活动与心电图各波段的关系见图 2-4。

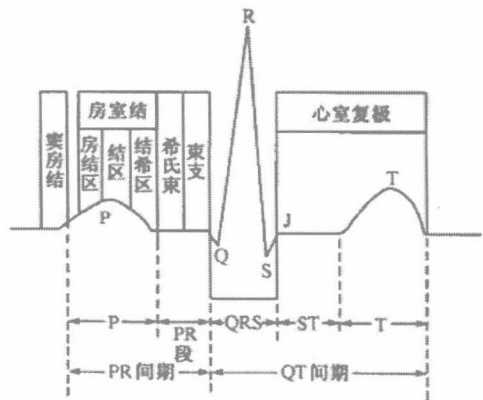


图 2-4 心脏电活动与心电图各波段的关系示意图

第二节 心电图的导联系统

一、标准 12 导联

目前国际上公认的 12 导联心电图体系是肢体导联 I-aVF 和胸壁导联 V1~V6。特殊情况下加做 V3R~V6R、V7~V9 以弥补体表 12 导联的不足。

二、肢体导联

即 3 个标准导联加 3 个加压单极肢体导联。

(一) 标准导联 I、II、III

见图 2-5。

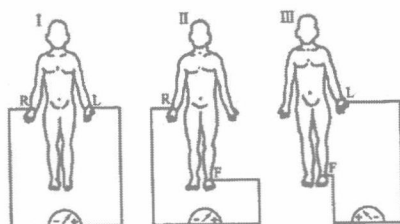


图 2-5 三个标准导联连接法

将电极放置在左臂 (LA)、右臂 (RA) 和左腿 (LL) 上, 分别记录 LA (+) -RA (-)、LL (+) -RA (-)、LL (+) -LA (-) 之间的电位差, 相对应的导联即是 I、II 和 III 导联。

(1) 以直线连接 LA、RA、LL 三点, 构成一个 Einthoven 三角 (爱氏三角)。

(2) 3 个电极形成三角的每一个边代表一个导联 (I、II、III 导联)。

(3) 每个导联使用不同的电极对 I 导联: LA 为正极, RA 是负极。II 导联: LL 为正极, RA 为负极。III 导联: LL 为正极, LA 是负极。右腿上可放置一个“无关电极”。

(二) 加压单极肢体导联 aVR, aVL, aVF

见图 2-6。

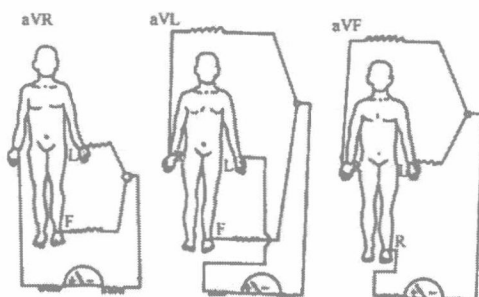


图 2-6 加压肢体导联连接法

(1) Frank Wilson 在 Einthoven 学说基础上发展了“中心电站”学说: 即把安放在右上肢、左上肢和左下肢的电极连通, 每根导线上各加 5000Ω 电阻。3 个电极连通之处为中心电站 (魏氏电站, 此中心电站电位的理论值为 0)。

(2) Goldberger 改进上述记录方法: 在描记某一肢体单极导联心电图时, 将那个肢体与中心电端的连接截断, 心电波幅可增加 50%。即为现在使用的“加压单极肢体导联”。

(3) 将电极放置在左臂 (LA)、右臂 (RA) 和左腿 (LL) 上, 分别记录 LA (+) -0 (-)、LL (+) -0 (-)、LL (+) -0 (-) 之间的电位差, 相对应的导联即是 aVR, aVL 和 aVF 导联。

(4) 每个导联使用不同的电极对 aVR 导联: RA 为正极, 与 LA, LL 相连的中心电站为负极; aVL 导联: LA 为正极, 与 RA, LL 相连的中心电站为负极; aVF 导联:

LL 为正极，与 RA，LA 相连的中心电极为负极。

三、胸壁导联

见图 2-7。

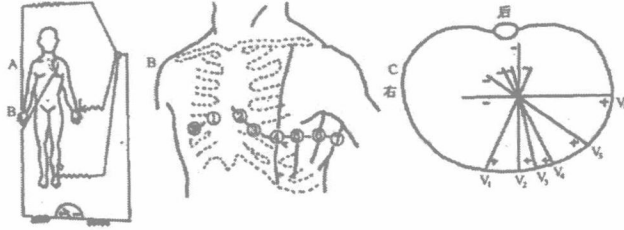


图 2-7 胸壁导联

(1) 将探查电极放置于胸壁特定部位作为正极，负极为中心电站。

V1 导联：胸骨右缘第 4 肋间。

V2 导联：胸骨左缘第 4 肋间。

V3 导联：V2、V4 连线中点。

V4 导联：左锁骨中线第 5 肋间。

V5 导联：左腋前线与 V4 处于同一水平。

V6 导联：左腋中线与 V4 处于同一水平。

特殊情况下可加做下列导联：

V7 导联：左腋后线 V4~V6 同一水平。

V8 导联：左肩脚线 V4~V7 同一水平。

V9 导联：后正中线上 V4~V8 同一水平。

V3R 导联：V3 导联的右侧对应部位。

V4R 导联：V4 导联的右侧对应部位。

V5R 导联：V5 导联的右侧对应部位。

V6R 导联：V6 导联的右侧对应部位。

(2) 胸壁导联记录方式与加压单极肢体导联记录方式类似，都是记录某点与 0 电位的电位差。

(3) 与单极加压肢体导联不同，6 个胸导联的导联是不太均匀地分布在一个横面上。标准导联和加压单极肢体导联均反映心脏额面的电位变化，故称为额面导联。

单极胸导联反映心脏横面的电位变化，故称为横面导联。将额面六个肢体导联轴平行移至中心点处，便可得到一个辐射状的几何图形，称为 Bailey 六轴系统（图 2-8）。各胸导联的导联轴近似在一个水平面上，所以胸前导联轴又称为水平面导联轴（图 2-9）。

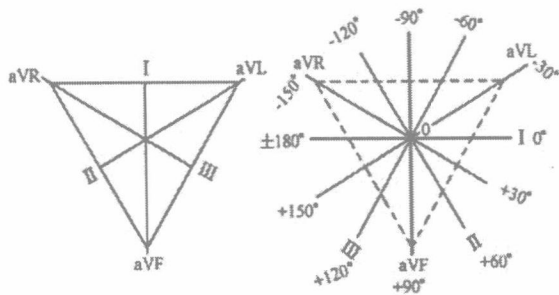


图 2-8 Bailey 六轴系统与心电图各导联之间的关系

在临床实践中，心电图机内线路已设计好，只要将标有红、黄、绿、黑 4 种不同颜色的电极板，按顺序置于右上肢、左上肢、左下肢、右下肢，将心电图机选择导联的开关分别拨到 I、II、III，aVR，aVL，aVF，V 的位置，即可获得各导联的波形。

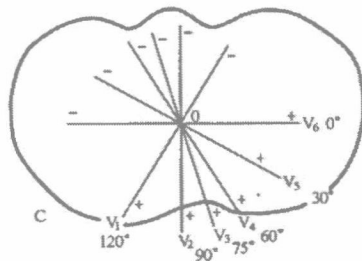


图 2-9 胸前水平面导联轴

第三节 心电图的测量

心电图最基本的测量参数包括心率、P 波时间、P-R 间期、QRS 时间、Q-T 间期、平均心电轴等。

心电图记录纸上有粗细两种纵线和横线（图 2-10）。纵线代表电压，用 mV 表示，特殊情况下可用 mm 表示。横线代表时间，用 s 或 ms 表示。通常心电图记录走纸速度为 25mm/s，故每小格代表 0.04s，每一大格（5 小格）代表 0.20s。定标电压是 10mm（10 小格）为 1mV，故每一小格代表 0.1mV，每一大格代表 0.5mV。选择各波段比较清楚的导联，用分规进行测量。测量正向波的电压时，应从基线上缘测至波的最高点；测量负向波的电压时，应从基线下缘测至波的最低点。测量时间，应从某波开始的前缘测至该波终止的前缘。总之，测量时要除去基线的影响（图 2-11）。