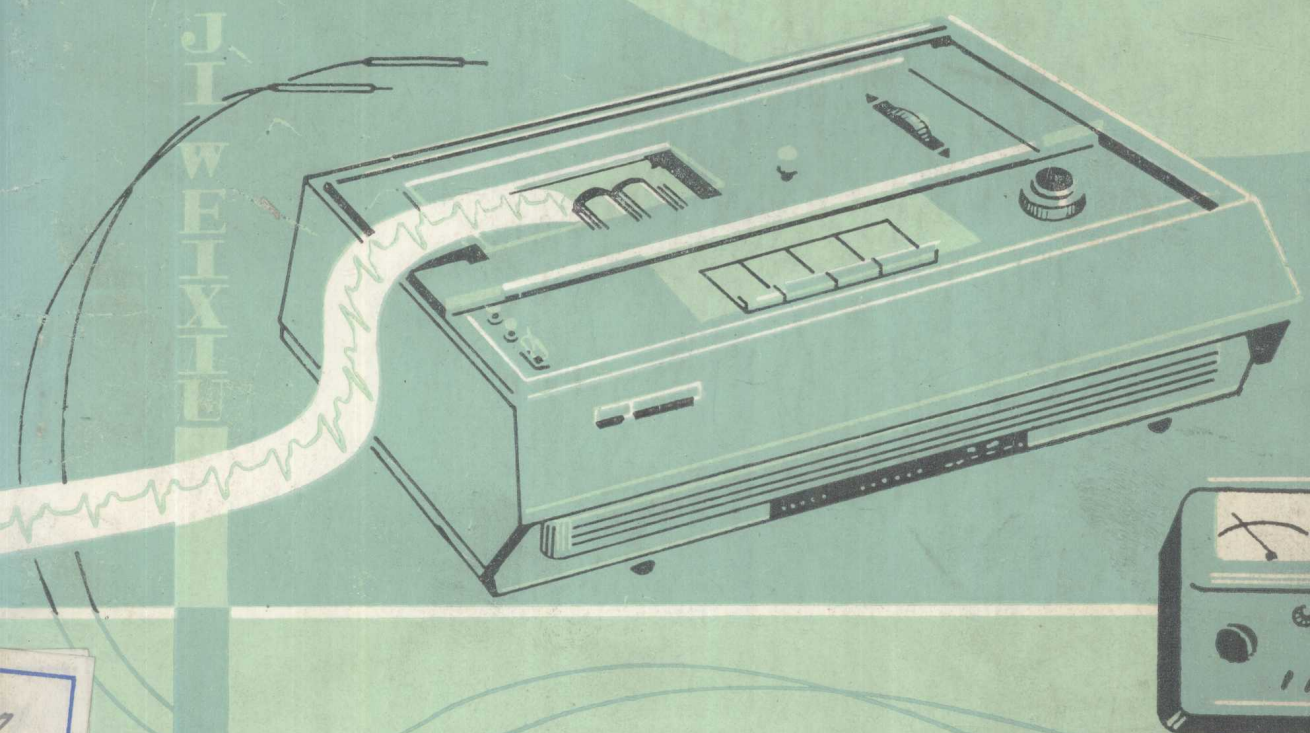


XIN DI AN TU JI
YING YONG
JI WEI XIU

心电图机 应用及维修

刘 兰 琦



山西人民出版社

心电图机应用及维修

刘兰琦 编著

山西人民出版社

内 容 提 要

本书介绍心电图机的原理、结构、临床使用方法、伪差的排除和维修技术，内容侧重于阐述心电图机的结构原理、临床使用、性能测试和修理方法，包括电子管式、电子管晶体管混合式和晶体管式，以一九七八年以前的国产心电图机为实例进行分析。

本书的主要读者对象是医疗部门从事心电图工作的技术人员和临床医生，也可供专业修理心电图机的工人、技术人员参考。

前 言

随着我国四个现代化的逐步实现，心电图技术正在进一步普及推广，临床应用范围也日趋扩大，它在心血管疾病的防治工作中起着重要的作用。但是，到目前为止，适合我国情况、较有系统的心电图机参考书尚感缺乏。为此，笔者根据多年工作实践编写了这本书。

本书以国产心电图机为例，介绍了心电图机的原理、结构、临床使用、伪差排除和维修技术；同时还根据我国及国际统一标准简要地介绍了有关心电图机的性能指标。旨在帮助从事临床心电图的医务工作者和医疗器械维修人员对心电图机有个较全面的了解。

本书在编写过程中，曾蒙林文忠老师修改校正，李峰会同志制图，还得到王月兰、容天禄、陈俊芳、郑秀岳、陈秀庭、李国宝、刘小庭等同志的帮助和支持，书中部份插图是采用了国内各种心电图机的有关资料，在此一并致谢。

由于时间仓促，水平有限，书中可能存在不少缺点和错误，衷心地希望读者予以批评指正，以便使本书逐步充实提高。

作 者

一九七八年六月

目 录

第一章 心电图基础知识.....	(1)
第一节 心脏的解剖与生理概述.....	(1)
第二节 心电图概念及心电图波形命名.....	(2)
第三节 心电图的测量和分析方法.....	(2)
第四节 心电图的正常范围及变异.....	(4)
第二章 心电图机的原理和结构.....	(7)
第一节 概述.....	(7)
第二节 电极和导联线.....	(9)
第三节 导联选择器.....	(11)
第四节 心电放大器.....	(16)
第五节 直接描记式记录器.....	(38)
第六节 走纸传动装置.....	(45)
第七节 电源.....	(49)
第三章 心电图机在结构上的要求和性能标准.....	(55)
第一节 心电图机在结构上的要求.....	(55)
第二节 心电图机的性能指标.....	(57)
第三节 心电图机性能下降对临床使用的影响.....	(62)
第四章 心电图机的常规使用.....	(66)
第一节 工作环境.....	(66)
第二节 心电图机的使用方法.....	(67)
第三节 各种电缆的应用及维护.....	(72)
第四节 导电膏(或溶液)的配制.....	(73)
第五节 电极的应用及维护.....	(73)
第六节 各种导联的应用及电原理图.....	(77)
第七节 心电图机的使用通则.....	(80)
第八节 怎样正确记录心电图.....	(81)
第九节 热笔的调整和更换.....	(83)
第五章 怎样检修有故障的心电图机.....	(85)
第一节 检修心电图机时的一些基本要求.....	(85)
第二节 如何着手修理有故障的心电图机.....	(86)
第三节 心电图机故障原因概述.....	(87)
第四节 如何处理已损坏的元件.....	(87)
第六章 寻找心电图机故障的步骤和修理方法.....	(88)
第一节 总论.....	(88)

第二节	电子管心电图机的检修	(92)
第三节	晶体管和电子管晶体管混合式心电图机的检修	(111)
第四节	更换元件和焊接方法	(118)
第七章	各种线圈和变压器及导联线的修理	(122)
第一节	记录器线圈	(122)
第二节	电源变压器	(126)
第三节	热笔变压器	(130)
第四节	其他线圈和变压器	(132)
第五节	导联线的修理	(136)
第八章	临床心电图常见的伪差	(138)
第一节	交流电干扰	(138)
第二节	阻尼不适	(139)
第三节	导联线连接错误	(139)
第四节	基线不稳和基线漂移	(140)
第五节	高电压与低电压伪差	(141)
第六节	肌电干扰与噪声干扰	(141)
第七节	P波U波幅度降低变形	(142)
第八节	切迹伪差和偏移伪差	(143)
第九节	其他伪差	(143)
第九章	心电图机的校验和调整	(145)
第一节	7121A型	(145)
第二节	JD—4型	(147)
第三节	7121B型XD—4型68722型XDH—2型	(148)
	心电图机的校验调整	(148)
第十章	心电图机性能的测试	(151)
第一节	标准电压和灵敏度	(152)
第二节	时间常数	(154)
第三节	噪声检验	(154)
第四节	移位幅度和线性	(154)
第五节	抗干扰能力	(156)
第六节	阻尼和频率特性	(157)
第七节	走纸速度	(159)
第八节	基线的稳定性	(159)
第九节	输入电路	(160)
第十节	绝缘性能	(161)
第十一节	介绍几种自制的心电图机简易测试装置	(162)
附录:		
	图11—1—1 7121型心电图机电路图	(167)
	图11—2—1 7121A型心电图机电路图	(168)

图11—3—1	7121B型心电图机电路图	(169)
图11—4—1	68722型心电图机电路图	(170)
图11—4—2	68722型心电图机前置放大器印刷线路板	(171)
图11—4—3	68722型心电图机主放大器印刷线路板	(172)
图11—4—4	68722型心电图机功率放大器印刷线路板	(173)
图11—4—5	68722型心电图机电源部分印刷线路板	(174)
图11—4—6	68722型心电图机封闭继电器印刷线路板	(175)
图11—4—7	68722型心电图机前级九线插头接线图	(175)
图11—4—8	68722型心电图机前级四线插头接线图	(175)
图11—4—9	68722型心电图机后级九线插座接线图	(175)
图11—5—1 (a)	XDH—2型心电图机电路图	(176)
图11—5—1 (b)	XDH—2型心电图机电路图	(177)
图11—5—2	XDH—2型心电图机放大器印刷线路板	(178)
图11—5—3	XDH—2型心电图机电源调整印刷线路板	(179)
图11—5—4	XDH—2型心电图机整流电路印刷线路板	(180)
图11—5—5	XDH—2型心电图机功率放大器印刷线路板	(180)
图11—5—6	XDH—2型心电图机高压电源印刷线路板及高压电源九线插头图	(181)
图11—5—7	XDH—2型心电图机放大器四线插头及九线插头接线图	(181)
图11—6—1	JD—4型心电图机电路图	(182)
图11—6—2	JD—4型心电图机放大器印刷线路板	(183)
图11—6—3	JD—4型心电图机电源部份印刷线路板	(184)
图11—7—1	XD—4型心电图机电路图	(185)
图11—7—2	XD—4型心电图机电源变换器电路图	(186)
图11—7—3	XD—4型心电图机放大器印刷线路板	(187)
图11—7—4	XD—4型心电图机转速控制印刷线路板	(188)
图11—7—5	XD—4型心电图机稳压电源印刷线路板	(188)
图11—7—6	XD—4型心电图机电源转换器布线图	(189)
图11—8—1	HB型心电图机电路图	(190)
图11—8—2	HB型心电图机放大器印刷线路板	(191)
图11—9—1	XQ—1型心电图机电路图	(192)
图11—9—2	XQ—1型心电图机放大器印刷线路板	(193)
图11—9—3	XQ—1型心电图机电源部份印刷线路板	(194)
图11—9—4	XQ—1型心电图机调速部份印刷线路板	(194)
图11—10—1	心电图机常用电子管和晶体管脚图	(195)

第一章 心电图基础知识

第一节 心脏的解剖与生理概述

心脏位于胸腔内两肺之间，它的前面是胸骨，后面有胸主动脉和食道；正常人的心脏约有三分之二处在胸腔左侧。心肌纤维相互合成为网状结构的细胞合体。所以，一处肌纤维兴奋就能迅速传播到其他肌纤维而引起相应的兴奋。正常心脏激动的顺序如下：窦房结→房室结→房室束→ $\begin{matrix} \swarrow \text{左} \\ \searrow \text{右} \end{matrix}$ 两侧束支→束支分支纤维→心室壁激动。如图1—1—1所示。

正常情况下，静止的极化细胞表面带有正电荷，而细胞内则带有负电荷。数量相等但极性相反的电荷在细胞膜的两面。由于它们表面的电位相等，所以不会有电流流动，称为静止状态。当细胞兴奋除极的时后，细胞的静止状态之极性发生逆转，细胞内外的电位差降低，使该细胞带有负电位，而邻近的静止或称为极化的细胞，仍带有一定电位的正电荷，因而在相邻的细胞间出现了电位差，并由此而产生了电流。电流的方向是在静止细胞这一端为正性，而已激动的细胞那一端则为负性，这样在相邻近的细胞间出现了极性相反的电荷对，临床心

电图学中称之为电偶，这就是心脏生物电

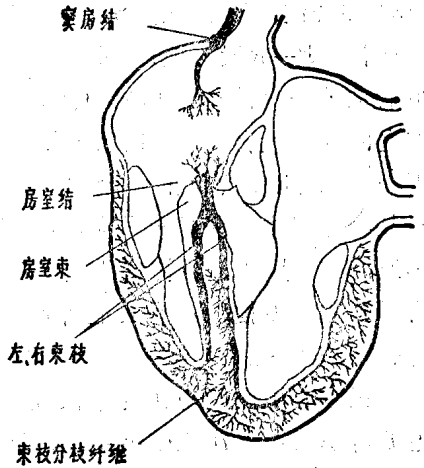


图1—1—1 心脏激动传播的示意图

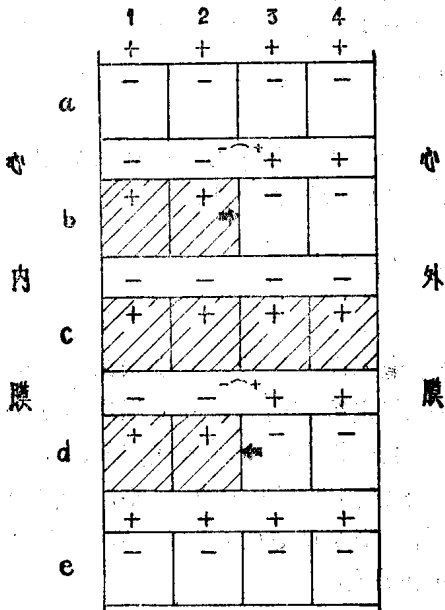


图1—1—2 心肌细胞的除极和复极过程

假设从心内膜到心外膜是由四个细胞所构成的组织。见图1—1—2，其中图a表示四个细胞都处于静止状态，没有电流流动。图b表示兴奋由心内膜向心外膜除极，激动从第一个细胞至第四个细胞相继地发生兴奋。细胞1和细胞2已除极，细胞3和细胞4仍处于静止状态，所以在细胞2和细胞3之间有电位差，电流从心内膜流向心外膜，除极得到扩散。图c表示已完全除极，所有的四个细胞都处于除极化状态，此时细胞间的电位没有差别，也就无电流流动。图d表示心肌细胞的复极过程，复极的程序是从心外膜表面向心内膜进行，其方向与除极扩展的方向相反，但是电流的方向是负极朝向心内膜，正极仍在心外膜面。图e表示已完全复

极，四个细胞再次出现静止状态。心肌除极和复极过程的电活动，就是产生心电图的基本原因。

第二节 心电图概念及心电图波形命名

人体类似一个均匀的容积导体，心脏是体内靠近中心的一种电势来源。心脏每一次机械性收缩之前，心肌首先发生电激动。所以，心脏激动所发生的电流，能流向身体的各个部份，使体表产生了电位差（即电压）。在整个心动周期中，这电位差不断地变动着。用心电图机把这种随时间变动着的电位差记录下来，表现为一系列波形的曲线，就称为心电图。分析心电图上的波形并参考其他临床资料以作出适当解释的科学称为临床心电图学。

正常人每一次心搏的心电图如图 1—2—1，它包含着一组波。按先后顺序，第一个波称为P波，随着出现的波群称为QRS综合波；P波和QRS综合波群之间的一段称为P—R段（或P—Q段）。QRS波群后面的一个波称为T波；QRS波群与T波之间的一段称为S—T段。从T波结束至下一个P波开始之间的一段称为T—P段。在某些导联中，紧接着T波后面还有一个小波，称为U波。当初这些波的命名只是为了叙述的方便，没有其他含意，后来成为公认的名称。

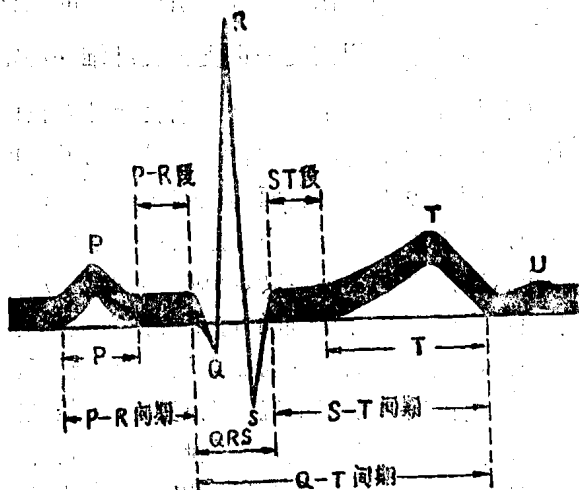


图 1—2—1 典型心电图示意

正常心电图的电压为毫伏级，正常心电图波可视为由多次正弦波组成，频谱范围一般在0.5赫~200赫内。其中T波频率最低，约1.3赫，QRS综合波的频率通常在15赫左右，当QRS综合波中出现小切迹或挫折时，频率范围可达40~70赫，甚至更高一些。

心电波是心肌生物电变化的记录，故心电图可作为反映心脏电激动的起源和传导以及在激动过程中身体各部位电位影响的客观依据，是一项重要的临床检查方法。

第三节 心电图的测量和分析方法

一 心电图纸上的电压和时间座标

心电图的记录纸是以毫米为分度的直角坐标纸；每一毫米印一细线，五毫米印一粗线，构成小方格。与走纸方向平行的（横座标）是时间座标；与走纸方向垂直的（纵座标）为振幅（即电压）座标。当记录纸运行速度为每秒25毫米时，横座标上每一毫米代表0.04秒。每两条粗纵线构成一个中格，中格宽度代表0.2秒；以五个中格的宽度为一个 大格，代表1.0秒。当标准电压定准为1毫伏等于10毫米时，纵座标上每一毫米就是0.1毫伏，两条粗横线之间的幅度代表0.5毫伏。图 1—3—1 是放大的心电图座标。

二 心电图各波段的测量

测量心电图应首先确定基线（或称等电位线）。一般都是以T—P段为准，在2~3个

心动周期中选择水平的、且无伪差的 T—P 段，沿其上缘或下缘作一水平线为基线。如果 T—P 段不在同一水平线上，或因心率较快使 T—P 重叠时，则选择连续的 3~4 个其 QRS 波开始点接近于同一水平线的波群，把它们的开始点用一条直线相连起来作为基线。测量振幅的高度时，应从基线的上缘垂直地量到顶点(图 1—3—2 a)。测量振幅的深度时，取基线的下缘为标准，垂直地量到底部(图 1—3—2 b)。

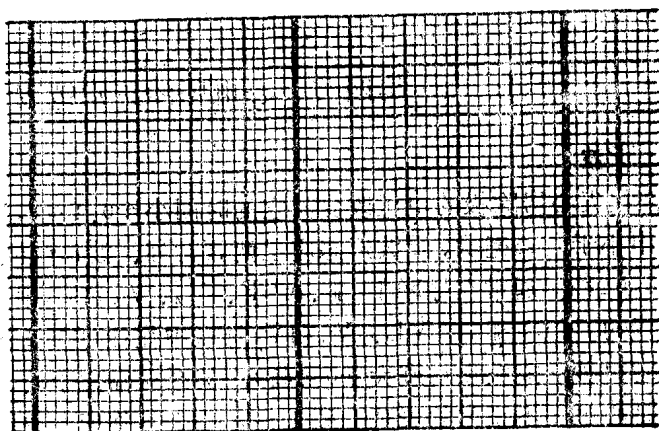


图 1—3—1 心电图记录纸座标示意

遇到双相波时则以上、下波振幅相加的值为振幅(图 1—3—2 c)。当测量时间时，必须由波形的起始点量起。对于向上的波，从基线下缘的开始点量到顶点，向下的波则从基线上缘的开始点量到最低点(图 1—3—2 d)。

三 分析心电图的方法

(一) 将各导联的心电图按照标准肢导联、加压单极肢导联及胸前导联的顺序排列。检查有无技术误差，标准电压是否正确。

(二) 检查每个心动周期是否有 P 波，以及 P 与 QRS 波群的关系是否正常，从而确定心脏的节律是正常或异常。

(三) 计算心率。用两脚规测量 P—P 间隔是否规律，测定时限并计算心率。计算方法是：将 60 秒除以 P—P 间隔时间，即得每分钟心率。例如 P—P 间隔为 0.8 秒，则心率为 $60 \div 0.8 = 75$ 次/分。或者用两脚规测量五个以上的 P—P 或 R—R 间隔，求其平均数，将 60 秒除以这个平均数，所得的便是心率，这种方法更为精确。

(四) 检查 P 波的形态、振幅及宽度。一般在导联 I 及 V_1 中较明显。

(五) 测量 P—R 间期。在标准导联中，选择 P 波较宽并有明显 Q 波的导联进行测量。如无 Q 波，则在有明显 P 波及 QRS 波群最宽的导联中测量。

(六) 观察 QRS 波群的波形和振幅。

(七) 检查 S—T 段有无偏移及其偏移程度。若有向上或向下偏移，以升高或降低若干毫伏表示。

(八) 检查各导联 T 波的形态、方向及高度。方向以正向、倒置及双向表示。高度以正常、低平及平坦表示。

(九) 测定 Q—T 间期。在多数导联中选 T 波较高且终点明显的导联测定，取其平均值。

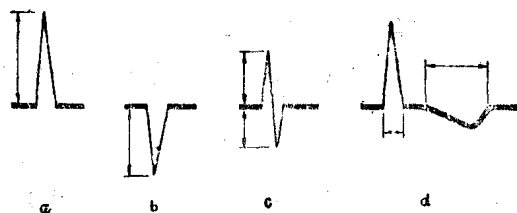


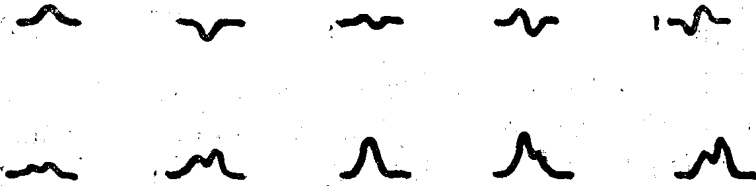
图 1—3—2 振幅及时间的测量

(十) 根据以上分析, 掌握心电图改变的主要特征, 作出心电图诊断, 并判断伪差及故障的性质。

第四节 心电图的正常范围及变异

一 P波

P波代表心房除极的电压改变。它的时间小于0.11秒, 振幅在肢体导联中小于0.25毫伏, 胸导联中小于0.15毫伏。P波形态应呈两腰对称、波顶圆钝, 有的波顶可呈双峰样, 但峰距应小于0.04秒。通常在导联I、II、AVF、V₄、V₅和V₆中是正向的。在AVR和V₁导联中一般是倒置的。但在II、AVL、V₂和V₃导联中往往可以是正向、双向或倒置的。若时间增宽到大于0.11秒, 或波顶切迹大于0.04秒, 甚至振幅大于0.25毫伏或低小消失, 形态和方向异常, 都是心电图不正常的表现。图1—4—1是临床心电图常见的几种P波形态。



心房复极波又称为T_a波或称T_r波, 通常与P波的方向相反, 当与直立P波相伴随时, 由P波的降枝光滑地向下倾斜后再返回基线构成T_a波, 正常时有时可由P—R段(P—Q段)反映出来, 由于它幅度低小并且又与QRS综合波重叠, 所以很容易受到心电图机性能的影响而使之失真。

二 P—Q间期

如果QRS波群首先是向下的(即Q波), 则从图1—4—1 常见的几种p波形态 P波的开始处到QRS波群的开始处称为P—Q间期, 无Q波的则称为P—R间期。正常的P—Q间期是0.12秒至0.20秒; 在心率快时, 例如超过100次/分, 则P—Q间期的正常值也相应缩短。P—Q间期过短或过长, 都是心电图异常的表现。

三 QRS综合波

QRS综合波是代表全部心室肌进行除极的波群, 也是心电图上最尖最大的波群。这波群的波形通常在上升或下降时都比较陡峭、连续, 不应有断续或较多的挫折。其中第一个向下的波是Q波, 以Q或q表示、第一个向上的波是R波, 以R或r表示。继R之后, 第一个向下达到基线以下的波是S波, 以S或s表示。有时紧接着降到基线以下的S波后又出现第二个向上而且达到基线以上的波, 则称为R'波; 在R'波以后向下达到基线以下的波称为S'波。QRS综合波的正常电压, 在6个肢体导联中, R+S都应大于0.5毫伏。各导联的QRS特征见196页图1—4—4, 其中R_{aVL}应小于1.2毫伏, R_{aVF}应小于2.0毫伏, R_{aVR}应小于0.5毫伏, R_{v1}应小于1.0毫伏, R_{v5}应小于2.5毫伏。R_{v1}+S_{v5}应小于1.2毫伏; 女性的R_{v5}+S_{v1}应小于3.5毫伏, 男性的应小于4.0毫伏。V₁的R/S应小于1, V₅的R/S应大于1, q波的振幅应小于R波的1/4。正常q波的时间应小于0.04秒; QRS时间间期一般都在0.06秒至0.11秒

的范围内。测量方法见图1—2—1。QRS波群的终了与S—T段交接处为结合点，称作J点。通常J点上下移位不超过1毫米，大多在等电位线上。当QRS波群出现电压过高，电压过低，QRS波群模糊或切迹，QRS综合波间期延长，QRS波群的振幅高低交替（交替电波）、甚至QRS综合波畸形等变异时均系异常心电图表现。

四 S—T段

从QRS综合波的终末点到T波起点的一段时间称为S—T段。它代表心室的绝对不应期。正常的S—T段通常是光滑而自然地与T波前枝融合的，从图形上看不可能将二者明确分开，也不易指出S—T段从何处终止以及T波由何处开始，同时正常的S—T段在移行过程中都不是等电位线的，其在基线附近持续时间一般不超过0.12秒。S—T段常常是在QRS综合波之后立即开始上升，而后再与T波融合。正常时在标准及加压单极肢体导联中，S—T段不高出等电位线0.1毫伏也不应低于0.05毫伏。在胸前导联中： $V_1—V_3$ 的S—T段不应抬高0.3毫伏； $V_4—V_6$ 的S—T段不应低于0.05毫伏。各导联S—T的正常范围见196页图1—4—4，若S—T段上、下偏移超出正常范围，往往表示为心电图异常，常见的病理性异常S—T段的形态特征如图1—4—2所示：图a为正常的P—QRS—T波群；图b及c为J点处S—T段压低型；图d为变异型心绞痛的S—T段抬高及T波幅度增加；图e系水平型S—T段及ST—T连接处成较锐角的示意图；图f为S—T段水平压低伴倒置u波的图形；图g为圆钩型的S—T段压低及有异常的T波；图h为下斜型S—T段压低示意图。由于它的幅度低小而形态变化较多，其稍许变异就有重要的临床意义，但也很容易受心电图机性能的影响而造成失真。

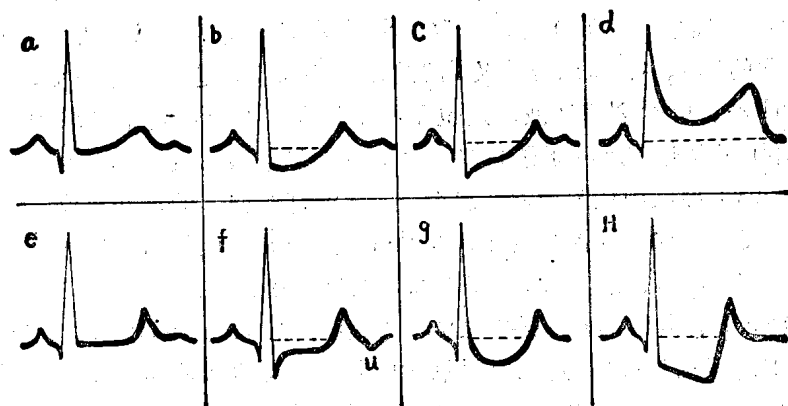


图1—4—2 病理性S—T段异常示意图

五 T波

T波是心室肌的复极波。它是一个较钝而宽的波，通常两腰不对称。T波的方向应与QRS波群的主波方向一致。凡是QRS波呈rS、Qr、rSr和QS者，其T波就可以倒置。在以R波为主的导联上，T波的高度一般不应小于R波的十分之一，当T波低平、倒置、双峰，显著增高等均可能为不正常改变。心电图常见的T波形态如图1—4—3所示。

六 Q—T间期

Q—T间期是从QRS波群开始到T波终了的时间，它代表心室肌除极和复极的全部过程。这段时间随心率而改变，心率快则Q—T时间短，心率慢则Q—T时间长。正常范围为0.36秒至0.44秒。Q—T时间延长也表示心电图异常。

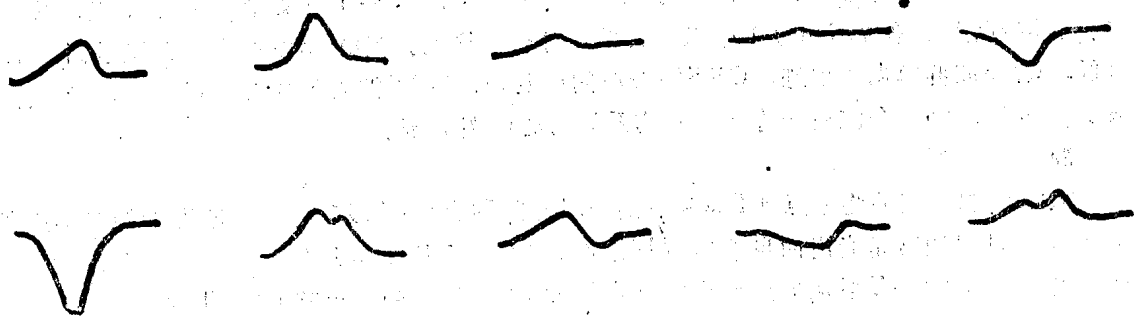


图 1—4—3 常属的几种T波形态

七 u波

U波在T波后,是一个较低的波,见196页图1—4—4中导联 V_1 、 V_3 所示。一般认为它是心肌激动的后电位影响。U波的方向与T波一致,它的振幅比T波低,通常不超过0.05毫伏,但 V_3 的U波则可达0.3毫伏,U波幅度增高,波形与T波方向相反等都是异常表现。

图1—4—4是一幅成人的常规九导联心电图,图中P波、P—R段、QRS综合波、S—T段、Q—T间期及U波,心率和节律均在正常范围内,是一例正常心电图。(见196页图1—4—4正常心电图)其特点是具有典型的一毫伏等于10毫米的标准电压,基线平稳、没有伪差、走纸速度均匀、导联正确、排列整齐、波形清晰。在标准导联I、II、III中的P波是向上,只有在第III导联中P波才较低平但仍属于正常变化范围。而QRS综合波在这三个导联中均以大的R波为主,而且这些心室综合波的振幅是QRS II大于QRS III和QRS I。T波与同导联中的QRS主波(其中振幅最大的波)方向一致。S—T段位于等电位线。在三个加压单极肢体导联中,AVR导联的P波、QRS综合波及T波的波形均向下,这是正常特征。在AVL导联表现为振幅低小的P波、QRS波和T波,这也是一个特征。有时在这个导联中也有一部份正常的心电波群振幅并不很低小还可能稍高些,总之这个导联波形及方向和振幅的变异范围较大,应予注意。AVF导联中P波、QRS综合波、T波都是向上的,在正常人中也有部份人其QRS综合波可表现为向下的波形为主,构成了大的S波。但绝对不应当出现大的Q波。在本例胸前导联中只做了 V_1 、 V_3 、 V_5 三个导联,其特点是: V_1 、 V_3 、 V_5 的P波均为向上,在这三个导联中QRS综合波中R波的振幅从 V_1 、 V_3 到 V_5 导联逐渐增高,即 R_{V_1} 振幅最小, R_{V_3} 振幅增高, R_{V_5} 振幅最高。在这三个导联中QRS综合波群S波深度由 V_1 、 V_3 到 V_5 导联依次变浅,其中 S_{V_1} 最深, S_{V_3} 次之, S_{V_5} 最浅。T波在胸前三个导联中均与QRS综合波的主波方向一致。u波在 V_1 和 V_3 导联中能够看到,但振幅很低,远小于T波;u波在 V_5 导联中仅勉强能看到,此波除胸前导联外在其它导联中均不能辨别。

做为一个心电图工作者必须掌握心电图的规律和正确使用心电图机的方法,两者都是同样重要的。要熟练掌握这些基础知识才能发挥心电图技术的作用。

第二章 心电图机的原理和结构

第一节 概 述

人体心脏搏动所产生的电压（或电流）随着时间作有规律的变化，把一段时间内心电电压的大小和方向连续地记录下来的仪器称为心电图机。它所记录下来的心电电压随着时间变化的波形就是心电图。心电图是临床诊断常用的一种依据，必须如实地反映被观察者心电活动引起的电压变化情况，才可以用来诊断。所以，要求心电图机记录下来的心电图愈真实愈好。由于种种客观原因，心电图的失真不能完全避免，使用心电图机时总是力求减小失真，以提高波形的真实性。

现代心电图机几乎都采用直接描记式，它的工作过程是：把人体某一导联（旧称导程）所产生的心电电压作为一种信号，通过电极和导联线输入到心电放大器（电子管、晶体管或集成电路），经放大器放大后，输出信号已相当强大，能够推动记录器（旧称电流计）的运动机构（动圈式或动铁式）作出和信号相应的动作来。动圈或动铁绕着转轴转动，它们偏离零位（即没有信号时的位置）的角度与信号的大小成正比，转动的方向随着信号方向的变化而改变。作为描记工具的描笔和动圈或动铁连结在一起，当动圈或动铁绕轴转动时，描笔末端也作相应的摆动，因此，笔端在记录纸上沿一直线来回运动，记录纸以等速沿着和笔端动作相垂直的方向移动，所以，笔端在纸上画出的图形就是一系列波形的心电图。描笔画图的情况如图 2—1—1 所示。

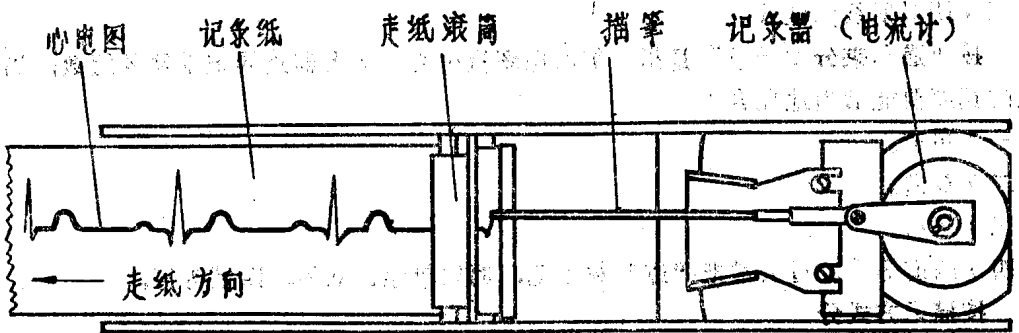


图 2—1—1 描记心电图情况

根据心电图来做诊断时，除了观察各波的形状外，还需要知道各波的幅度相当于多少毫伏(mV)的电压以及各波经历的时间是多少秒。所以需要把一个标准电压的信号输入到心电图机，记录它的波形幅度作为电压的标准，通常这个标准电压规定为 1 毫伏，波形采用矩形波。当记录纸走动的速度恒定时，可以把各波所展开的距离换算为时间，这就需要一个能保证纸速恒定的传动走纸装置。心电放大器和传动走纸装置都需要有特定的电源，采用电热式描笔（简称热笔）作记录时也需要有特定的电源使热笔保持一定的温度。

由此可见，一部心电图机在结构上必须具有下列各组成部分：

- 一 电极和导联线
- 二 导联选择器
- 三 心电放大器
- 四 记录器
- 五 走纸传动机构
- 六 电源供给

这几个部分之间的相互关系可用图 2—1—2 的方框图来说明。本章后面各节将分别叙述这些部件的构造和工作原理。

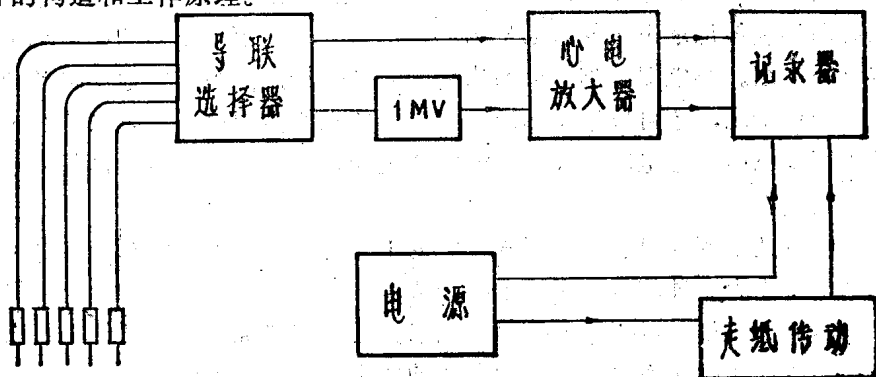


图 2—1—2 心电图机各部分的关系

心电图机的种类很多，可以按照下述的方法来分类：

一 按显示心电图的方式分

- (一) 间接摄影式。
- (二) 直接描记式。
- (三) 阴极射线示波式。

二 按“道”来分（“道”是指一部心电图机中心电放大器连同记录器的组数；当然，记录纸的宽度要能恰当地配合）

- (一) 单道。
- (二) 双道。
- (三) 三道。
- (四) 四道等等。过去常把“道”称为笔，例如单笔、双笔、四笔等等。

三 按描记方式分

- (一) 热笔式。
- (二) 墨水笔式。
- (三) 喷墨水式。
- (四) 光线记录式。
- (五) 刮刀式（旧式，现已不采用）。
- (六) 静电显影式（旧式，现已不采用）。

四 按供电方式分

- (一) 交流型。
- (二) 直流型。

(三) 交直流两用型。

五 按结构来分

(一) 电子管式。

(二) 晶体管式。

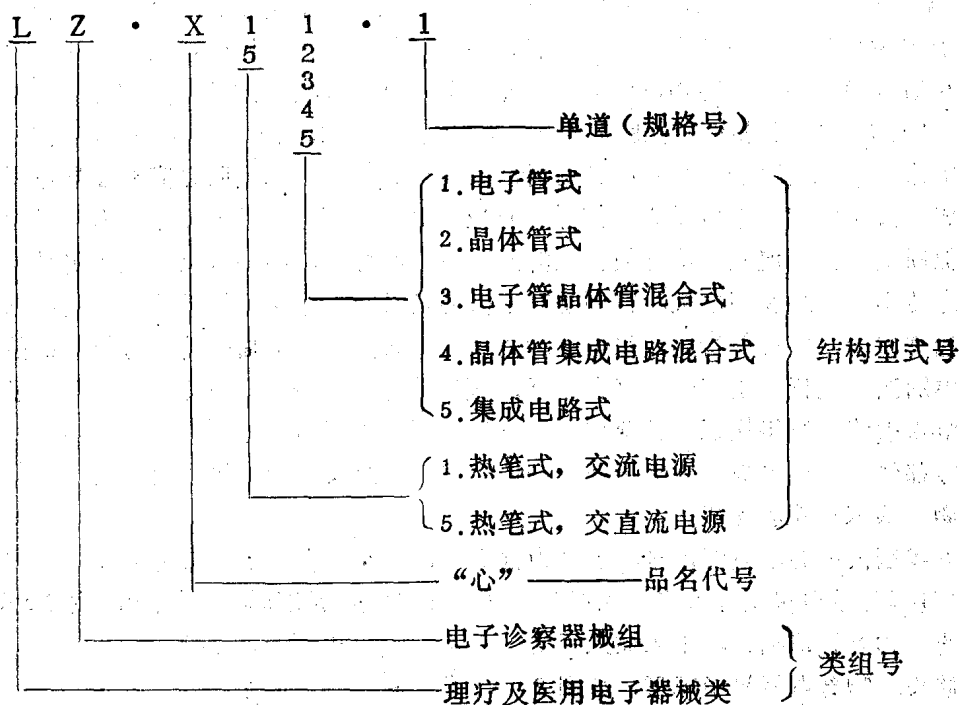
(三) 电子管晶体管混合式。

(四) 晶体管集成电路混合式。

(五) 集成电路式。

目前国产心电图机多为单道的，描记方式多为热笔式的，供电方式有交流型和交直流两用的。结构方面以电子管、晶体管和电子管晶体管混合为主，也有晶体管、集成电路混合的。

一九七七年我国规定了心电图机的产品型号编写法，举例如下：



一九七八年以前的产品未按照这规定编号，所以本书实例中所列举的型号仍是原先所用的旧编号。

第二节 电极和导联线

在人体的四肢和胸部的特定部位（见第四章第五节）上安置了电极，电极联接到导联线的一端，导联线的另一端通过插头和插座与心电图机连接在一起。图 2—2—1 表示四肢电

极和一个胸电极与心电图机连接，人体心电信号通过电极和导联线进入心电图机。电极和导联线在材料和形式上有一定的要求，将在下面分别介绍。

一 电极

国产心电图机所配备的电极性能一般都是较好的，但过去也有些心电图机采用铜质镀银电极，使用日久后镀银层残脱而露出铜质，使极化电压（它是当电极与皮肤相接触时皮肤表面的电解质电离而产生的）增高，严重时达到300毫伏以上，引起心电图失真，QRS综合波呈平顶等畸变表现，而且这极化电压随时在变化，有时因其变化而引起心电图基线的明显漂移。至于铁和锌等金属材料则根本不能用作电极。从电化学的研究知道：银——氯化银

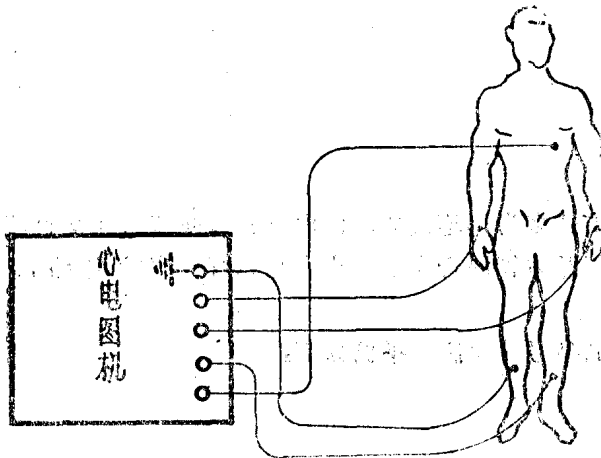


图 2—2—1 心电图机与人体连接示意

是适合于生物体测量的最稳定的电极材料。很早以前曾有人用银丝或银板通过电解方法做成银—氯化银电极，并用于生物电测量和电化学测量，但是，由于这种电极有易磨损不耐用等缺点，以后又改进为用银粉和氯化银粉混合压制成银—氯化银电极，为了适应临床需要，一般都做成浮置形式，即不让电极片与皮肤直接接触，使用时电极片和皮肤之间充满导电膏或盐水棉花，形成一薄层电解质来传递心电信号，使极化电压比其他常用电极小得多。尽管后来又研究出其他新型电极，但从使用方便、经济耐用等方面考虑，银—氯化银电极仍是目前国内外可供临床使用的一种新型电极，特别是对于需要长时间工作的监护系统和某些特殊场合，如心电图运动试验、宇宙航行等，采用这种电极尤为必要。为了临床使用方便，目前常用的浮置式心电图四肢电极，是直径20毫米、厚1.1毫米的圆片形式，电极片装在特制夹子的凹形部位内，电极引线用镀银铜螺丝并兼作固定电极片用。为了防止导电膏或盐水渗至外面的导联线插头等部件上，在电极片和夹子间用硅橡胶进一步封固。胸电极也用浮动形式，扣在皮肤上的极碗一般采用橡胶做成。

过去我国沿用的心电图电极，多数为铜质镀银，使用在四肢的肢电极和用于胸部的胸电极形状不同。肢电极呈长方形，如图 2—2—2 a 所示，长度 ab 为 4 厘米，宽度 cd 为 3 厘米，它的一边有管形插口，用来插入一支导联线插头。胸部电极呈半球形，如图 2—2—2 b 所示，半球形的直径为 2—3 厘米，它的上部套一个橡皮吸球，边上有一个管形插口以便插入一支导联线插头。

这种肢体电极的固定方法通常采用橡皮扣带。旧式的扣带用钮子扣住，由于受到扣孔距离所限制，有时松紧的程度不能恰好合适。现在的扣带多采用尼龙丝扣带，松紧可以自由调节，用起来很方便。扣带的样子如图 2—2—2 c 所示。使用胸

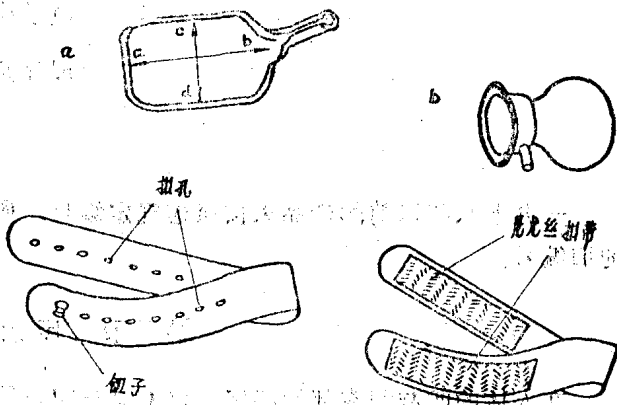


图 2—2—2 电极和扣带