

心电图学讲座资料

中华医学会上海分会编

1979年6月

911079

72

C-1

目 录

心电图学总论·····	徐济民 (1)
心房心室肥大·····	张攸之 (16)
冠状动脉粥样硬化性心脏病·····	泮振稼 (21)
慢性肺原性心脏病的心电图变化·····	胡婉英 (34)
心肌病·····	胡婉英 (37)
心包炎·····	胡婉英 (42)
电解质紊乱、药物、内分泌疾病对心电图的影响·····	周也卿 (45)
窦性心律和窦性心律失常·····	董赛珠 (53)
心动过速·····	查娟娟 (56)
过早搏动·····	乐 瑾 (60)
房室传导阻滞·····	姚正义 (65)
心室内传导阻滞·····	杨 琪 (71)
预激症候群·····	丁怀翌 (73)
异常心电图分析及其临床意义·····	徐济民 (75)

心电图学总论

上海第二医学院附属第九人民医院 徐济民

一、心电的产生原理

心脏是由无数心肌细胞及其它组织所构成。在临床心电图中,一般用单个心肌细胞的心电产生原理来说明心脏的电变化。

心肌电生理活动主要表现在下面几个方面:

(一)膜电位(Membrane Potential 简称为MP):根据近代电生理学方面的研究,如用一玻璃微电极(直径小于0.5微米)插入一个心肌细胞内,另一个电极放在细胞外,就可测知细胞内外有电位差,这个穿过细胞膜的电位称为胞膜电位(或称跨膜电位 Transmembrane Potential 简称为TMP)。心肌细胞的膜电位包括静息时的静息电位和兴奋时的动作电位。

1.静息电位(Resting Membrane Potential 简称为RMP):是指钾离子从细胞内向外流动所造成的膜电位。

极化状态:心肌细胞膜是一层具有高电阻的薄膜,它对各种带有阴电荷的离子有不同程度的通透性。由于细胞膜的这种特性,因此使细胞内外液中离子的浓度有显著的差别。当细胞处于静止状态时,细胞外排列了一定量的阳离子,膜内则排列了同等数量的阴离子。这样膜外的电位势必高于膜内的电位,于是膜内外就有了电位差。但是,由于细胞膜具有对离子移动起屏障作用的性能,因之使细胞膜内外的离子浓度始终保持在稳定状态。虽则细胞膜外的电位高于细胞膜内的电位,但是并无电流流动,这种状态称为极化状态(见图1(1))。处于极化状态下的细胞膜,称为极化膜。

2.用微电极测定细胞膜内外电位差为80~

100毫伏,这种显著的差别,是与细胞代谢过程所造成的细胞膜内外的钾钠离子分布的差别有关。细胞内钾离子浓度高出细胞外浓度的38倍,在细胞外钠离子的浓度则高于细胞内的36倍,所谓胞膜选择通透性,是指胞膜对阴离子的渗透有阻力,而在不同状态时,选择性地允许不同阳离子自由渗透。在静息状态下,细胞膜对钾离子的通透性远远超过对钠离子的通透性。钾离子被动地由细胞内向外渗出,造成细胞膜内电位低于细胞膜外的状态。膜内电位保持在-85至-90毫伏左右的负电位,即静息电位。它可受细胞内外钾离子浓度和细胞膜对钾离子的通透性的影响而改变。细胞膜对钠离子的渗透阻力虽较大,但仍有一小部分的钠离子渗入。这种在静息状态下的离子移动并不消耗能量,称为被动性离子转移。此外,细胞还有一种主动转移离子的功能,称为钾-钠交换泵作用。这种作用将钠离子从细胞内排出,同时把钾离子从细胞外摄入。它起了保持细胞内外环境的恒定作用,使细胞不致丢失过多的钾离子和容纳过多的钠离子。这种主动转移离子所消耗的能量,由细胞代谢过程中的三磷酸腺苷系统供应。

2.动作电位(Action Potential 简称为AP):是指心肌细胞兴奋时的膜电位,它包括除极和复极两个过程。

(1)除极过程:当心肌细胞受刺激时,膜的离子通道“快通道”被激活而开放,细胞膜对钠离子的通透性突然升高,对钾离子的通透性降低,大量带正电位的钠离子在钠载体的协助下,由快通道很快渗入细胞内,钠离子的内流使膜内电位急剧上升,这时细胞

胞内负电位,突然造成瞬时的正电位(+20~+30毫伏左右),这即所谓细胞膜的极性逆转,由于离子的交流,促使细胞膜内外电荷的交换,便产生电流,细胞膜周围有电位差存在,这种转变过程称为除极过程。这种电位的改变便是除极过程中的快速相(0相)。

在除极过程中,电源(阳电荷)在前,电穴(阴电荷)在后,这样不断地扩展到整个细胞为止(见图1(2))。因此,0相—快速除极化,主要是钠离子快速内流所造成的膜电位。它是动作电位的主要部分,相当于心电图R波的上升肢。其幅度和速度决定于膜对钠通透(快通道激活度)以及膜内外钠浓差和电位差。

(2) 复极过程:细胞经过激动后,细胞膜对钠离子的通透性迅速降低,对钾离子的通透性又增高,由于细胞的新陈代谢作用,使细胞主动排斥细胞内过多的钠离子,同时大量的钾离子外渗,细胞内负电位逐渐升高,重新恢复到原来静息时的极化状态。在恢复部处于正电位,未恢复部处于负电位,又有电位差产生,直至全部细胞恢复为止。这个过程称为复极过程。在复极过程中电穴(阴电荷)在前,电源(阳电荷)在后,且由先除极处开始向最后除极处移动(见图1(3))。

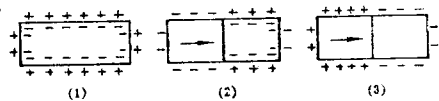


图1 肌细胞的极化状态、除极过程、复极过程示意图
(1)极化状态;(2)除极过程;(3)复极过程。

膜从除极过程恢复到静息电位和极化状态的过程,可分四期(见图2):

①1相:迅速复极初期:这是由于膜对钠离子通透性迅速降低,钠离子内流突然减少,膜内电位急剧下降所致。膜电位由+20毫伏迅速下降至接近零电位。相当于心电图R波下降肢。

②2相:缓慢复极期:也称为“高原”

相,主要由于膜的“慢通道”被激活而开放,钙离子内流,小部分由于钠离子内流而引起。钙的缓慢内流,使膜内电位保持于较高水平,膜电位始终接近零电位。相当于心电图的S-T段。

③3相:终末复极期:膜的离子通道失活,通透性下降,细胞膜对钠离子的通透性又回复到静止时的水平,钾离子较快速的外流,使膜内电位迅速下降,直至回复到静止时水平。复极过程主要在3相完成,相当于体表心电图的T波。

④4相:静止期或电舒张期:这时钠泵活动,钠离子被运送到细胞外,而钾离子被运送入细胞内。膜回复到静止时的电位水平和极化状态。在非自律细胞(心房肌、心室肌)在这期内保持稳定水平,称为静止电位。但自律细胞(如窦房结和浦顷野纤维)在4相并不保持稳定而是缓慢的自动除极,称为“舒张期自动除极”或“舒张期电位”。

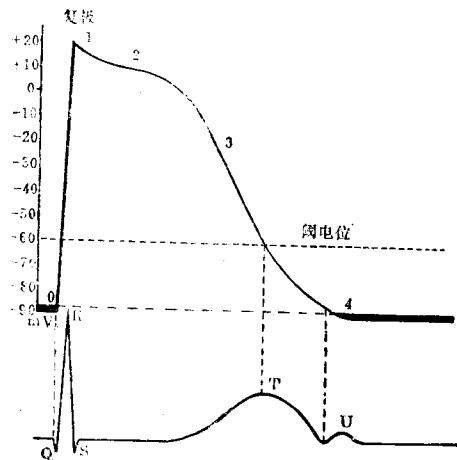


图2 动作电位位相与心电图的关系

总的来说,心肌细胞动作电位的改变可分为0相为除极期;1、2、3相为复极期;4相为静止期。0、1、2、3相为动作电位时间即收缩期,4相为静止期。0、1、2、3相为动作电位时间即收缩期。4相为静止电位时间即舒张期。

(二) 心肌细胞膜电位的类型:

1. 快反应细胞: 指心房肌、心室肌、结间束和房室束—浦野系统细胞。它们电生理特点是静止膜电位高(约为-90毫伏), 除极速度较快, 动作电位振幅大, 传导速度快, 其电传导速度为每秒0.5~5米。它主要是以快通道开放, 钠离子内流为基础, 但有时, 快反应细胞亦可具有快、慢两种通道。

2. 慢反应细胞: 指窦房结、房室结、窦房结周围心肌纤维、房室环、二尖瓣和三尖瓣的瓣叶的细胞。它的电生理特点是膜静止电位低, 除极速率较慢, 动作电位振幅低, 传导速度极慢, 每秒为0.01~0.1米。主要是以钙离子内流为基础(也有一些钠离子)。慢反应细胞的内向电流较慢主要是因细胞膜上仅具有慢通道所致。

快、慢反应细胞的电生理特性对比表

电生理特性	快 反 应	慢 反 应
静 息 电 位	-80~-95毫伏	-40~-70毫伏
阈 电 位	-60~-70毫伏	-30~-40毫伏
动作电位幅度	100~130毫伏	35~75毫伏
0相除极速率	200~1000伏/秒	1~10伏/秒
传 导 速 度	0.5~3.0米/秒	0.01~0.1米/秒
传导的安全系数	高	低
激活和失活过程	快	慢
依赖细胞外离子	钠	钙、钠
阻 断 剂	河豚毒	异搏定等
不 应 期	短、在复极完毕前终止	长、延迟在复极完毕后
对刺激的反应	全 或 无	分 级 性

近年来发现心肌细胞慢反应电位不仅为正常心肌细胞所特有, 而且在许多病理情况下可以发生。例如, 当心肌梗塞、缺血缺氧、血钾过高、洋地黄类中毒或其它病变时, 由于膜电位减小(膜内负度<-60毫伏), 快通道失活而慢通道激活, 快反应电位可转变为慢反应电位。在慢反应的情况下, 传导性显著降低而自律性异常增高, 可由于传导阻滞和兴奋折返或由于异位自动节律而形成心律失常。

(三) 膜反应性(Membrane Responsiveness):

指心肌细胞对刺激产生反应的性能, 主要取决于细胞膜对钠离子通透性及内流速度而定, 亦即是动作电位0相上升肢最大速度(V_{max})。细胞激动前膜电位和最大上升速度呈S形曲线, 称膜反应曲线。凡使膜对钠离子的通透性提高, 促使钠离子内流加快, 除极加快, 传导性提高, 则膜反应提高(曲线左移)。反之, 凡使钠离子内流速度减慢, 传导性减低, 则膜反应下降(曲线右移)(见图3)。

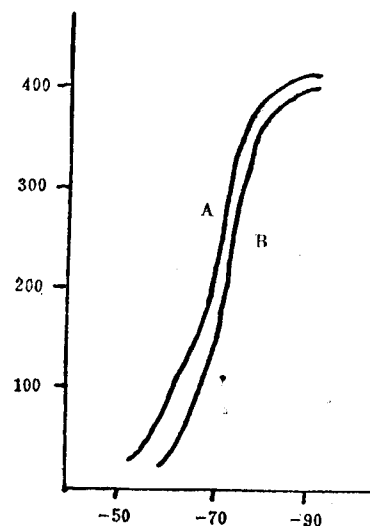


图3 膜反应性曲线(A正常、B右移)纵坐标为动作电位最大上升速度(单位: 伏/秒)横坐标为激动前膜电位(单位: 毫伏)

(四) 电极按置部位与波型的关系:

1. 向上波型: 如果把探查电极放在肌细胞的乙端, 甲端受刺激后, 激动由甲向乙, 电极面向正电位, 故录向上波型。除极迅速向乙端移动, 波形继续向上呈“AB”型, 待除极到达乙端的电极下时, 即由正电位迅速转为零, 乃记下一急骤下降的“BC”型。复极时也先由甲端开始, 因电穴在前, 电源在后, 故呈向下波型(见图4(1))。

2. 向下波型: 如果把电极放在甲端, 激动由甲端开始, 电极面向负电位, 记下一

个下降的“BC”。除极过程由甲端移向乙端，离甲端越来越远，甲端始终面向负电位，但电势越来越小，故成“CA”升至基线。复极时由甲端开始，因电极对向正电位面，故呈向上波型（见图4（2））。

3. 双向波型：电极放在肌细胞中间，激动由甲端开始，记录向上的“AB”。当除极作用到达电极下，由正电位降至零，猝变为负电位。乃录下猝降的“BC”，称为内在偏转。如果电极只放在心前区，而不能直接放在心脏上，因此所录的只类似而非实在的内在偏转，称为“类内在偏转”。以后电极面仍向负电位，但距离渐远，录“CD”而回升至基线。复极时也由甲端开始，因此电极面向负电位，也呈双向波型（见图4（3））。

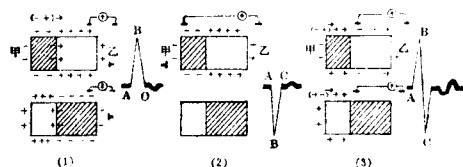


图4 电极按置部位与波型的关系
(1)向上波型 (2)向下波型 (3)双向波型

(五) 多个细胞的电动力总和对波形的影响：心脏周围的电场是许多心肌除极的结果，而每一心肌细胞除极都用向量线来表示。心脏的除极作用是许多心肌除极向量线的综合。向量线的箭头表示电位的方向，长短代表电位大小。

根据两个向量方向和大小划两根线，依这两根线作平行四边形，其对角线即为两向量的综合向量。

1. 如果两肌纤维除极都对同一电极产生高大向上曲线，这就是二肌纤维向量的综合（见图5）。

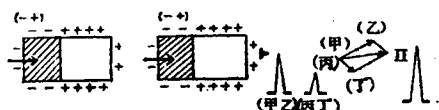


图5 二肌纤维向量的综合示意图

2. 两个肌纤维的除极方向相反，则产生小于它们各自向量的综合向量，呈小的向上波（见图6）。

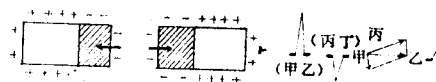


图6 二肌纤维除极方向相反的综合示意图

3. 两个肌纤维的除极方向均背向同一电极，产生显著向下曲线（见图7）。

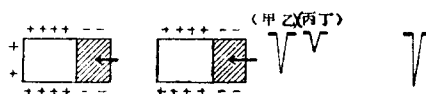


图7 二肌纤维均背向电极的综合示意图

(六) 心电图各波形成的原理：

1. 心房激动P波的形成：正常心脏的冲动起源于窦房结，由于窦房结位于右心房前壁，上腔静脉入口的右侧，故心房除极是由右心房前壁向前左下方进行，其综合向量为右上方向左上方，首先引起右房激动，经心房间隔至左心房，再引起左房激动。因为心房肌壁薄，电动力小，因此激动时间较短。P波的前一半由右心房产产生，后一半由左心房产产生。心房复极时引起的波称为Ta波或Tp波。电极放在心房壁（内膜或外膜）的中部，P波表现为由正到负的双向波，如放在横膈处，面向电极，录得向上的P波，如放在右肩，心房激动背向电极形成倒置P波（见图8）。

2. 心室激动QRS波群的形成：心室肌的除极过程，首先由心室间隔左侧中部 $\frac{1}{3}$ 开始，在0.005秒内产生了自左向右的除极。至0.015秒时到达右侧心室间隔，这时左室心尖部内膜被激动，同时右心室内膜也开始除极。至0.02秒时已通过心尖部的心肌，主要在左右心室壁上除极。至0.04秒时右心室大部分除极结束，而左室仍保持着一个相当大的除极面。至0.06秒时大部分心肌仍在除极中，但产生电位的影响极小，最后心室肌全部除极完毕（见图9）。

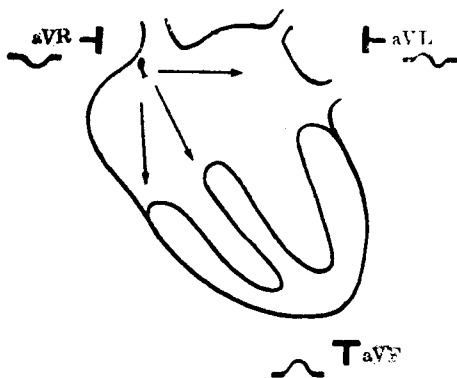


图8 心房除极方向及P波形成的图解

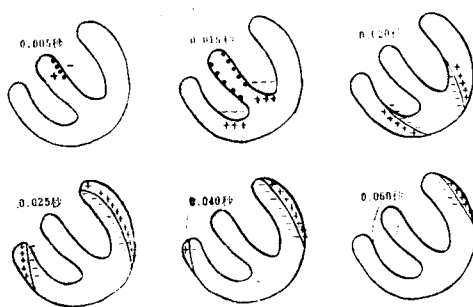


图9 心室除极程序

单极导联心室基本图型可归纳成六种：

(1) 右心室外壁型：为rS型。电极对向右侧室间隔、右心室外膜及左心室内膜。激动先由左侧室间隔向右侧除极，再由右心内膜向外膜除极，皆面向电极，但因受左室电位抵销一部分，故录到上向r波。待右心室除极完毕，左心室仍由内膜向外膜继续除极，故录到下向的S波，而呈rS型。此型多见于V₁、V₂、V₃导联，在心电位改变时也可见于V₄、V₅、V₆、aVR、aVF及aVL等导联。复极时，由于心内膜受压大于心外膜以及心内膜温度低于心外膜等因素，因此，由右心室外膜向心内膜复极，电极面向正电位，录到向上的T波。完整的右心室外壁图形为P波直立，rS波及T波直立（见图10）。

(2) 左心室外壁型：为qR型。电极对

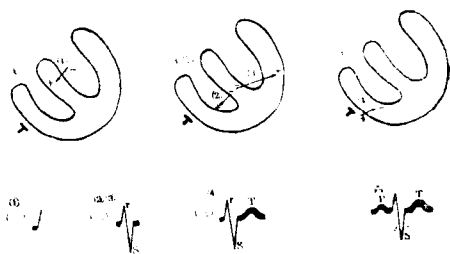


图10 右心室外壁型心电图

向左侧室间隔、右心室内膜和左心室外膜。激动首先由左侧室间隔向右侧除极，背向电极，故录到下向q波。后因电极面向左心外膜及右心内膜，电流方向都自内膜向外膜，前者面向电极为阳性，后者背向电极为阴性，但因左室肌厚，且近电极，虽被右心室抵销一部，最后仍录到上向R波，故呈qR型。多见于aVL、aVF、V₅、V₆或V₂、V₃、V₄导联。复极时，由左心室外膜向内膜进行，电极面向正电位，故呈上向的T波。完整的左心室外壁图形为P波直立，qR型，T波直立（见图11）。

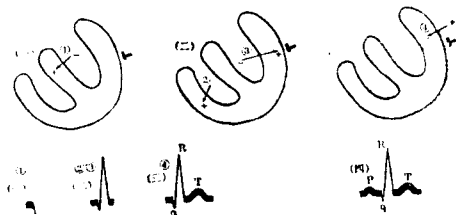


图11 左心室外壁型心电图

(3) 左心室腔型：为QS型。电极对向左侧室间隔及左右心室内膜。激动最初由左侧室间隔向右除极。背向电极，故录下向Q波。以后由左心室内膜向外膜除极及右心室内膜向外膜除极，都背向电极，故录下QS波。见于aVL、aVR导联。复极时，由左心室外膜向内膜进行，电极面向负电位，录下向T波。完整的左心室腔图形为QS型，P波及T波倒置（见图12）。

(4) 右心室腔型：为rS型。电极对向右侧室间隔及左右心室内膜。激动最初由左

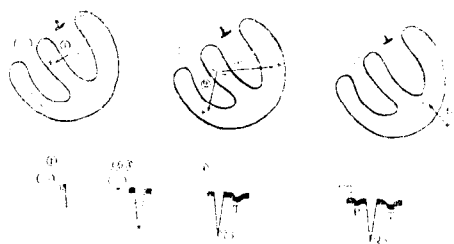


图 12 左心室型心电图

侧室间隔向右除极，面向电极，故录上向 r 波。后因左右心室内膜向外膜除极，都背向电极，故录下向 S 波，呈 rS 型。多见于 V_1 、 V_2 及 aVR 等导联。复极时，由右室外膜向内膜进行，电极面向负电位，故录向下的 T 波。完整的右心室腔型图为 rS 型，P 波、T 波倒置（见图 13）。

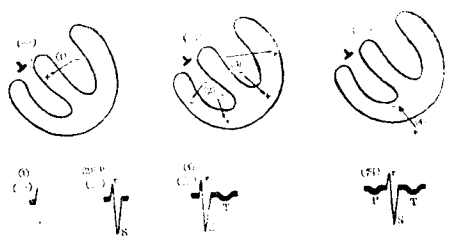


图 13 右心室型心电图

(5) 心室后部（心背）型：为 Qr 型。电极对向左侧室间隔，左室腔一部及左心室底部外膜。激动首先由左侧室间隔向右除极，左心室心尖部内膜向外膜除极，都背向电极，故录向下的 Q 波，以后由左心室底部内膜向外膜除极，面向电极，故录向上的 r 波，呈 Qr 型。见于 aVR 及 aVL 导联。复极时，由左室外膜向内膜进行，电极面向负电位，故录向下的 T 波。完整的心背型为 Qr 型，P 波、T 波倒置（见图 14）。

(6) 左右心室外壁间型（室间隔型）：为 RS 型。电极对向室间隔及左右心室外膜。激动先由室间隔左侧向右除极，因电力与电极呈垂直，故无电位诱出，以后由左右心室内膜向外膜除极，都面向电极，故录向上

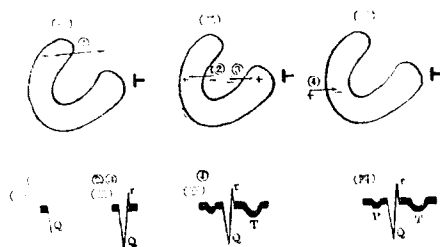


图 14 心背型心电图

R 波。最后由左心室及右心室心底部心内膜向外膜除极，都背向电极，故录向下 S 波。见于 $V_3 \sim V_4$ 或 aVF 等导联。复极时，由心室外膜向内膜进行，电极面向正电位，故录到上向 T 波。完整的左右心室外壁间图形为 RS 型，P 波及 T 波直立（见图 15）。

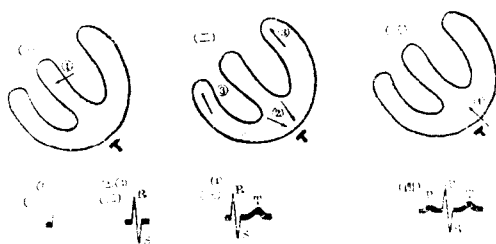


图 15 左右心室外壁间型心电图

3. T 波的形成：T 波代表心室复极的过程。一般神经或肌肉组织是由除极部分先开始复极，故 QRS 波群与 T 波呈反方向。心脏则由心外膜先复极，再由内膜复极。因此 T 波与 QRS 波群呈相同方向。其原因则由于心脏收缩时，心内膜受压大于心外膜和心内膜温度低于心外膜所致。

T 波的改变可分为两种：

(1) 原发性 T 波改变：是由于心肌细胞本身病变，影响复极程序的改变所致。其 T 波对称，T 波顶点尖锐，S-T 段多数压低，弓背向上，Q-T 间期大多延长。

(2) 继发性 T 波改变：由于除极程序改变从而影响复极程序的改变，使 T 波发生变

化。其T波不对称，上升肢上升较快，下降肢下降较慢，S-T段轻度压低，弓背向上，T波顶点不呈尖圆，Q-T间期在正常范围内（见图16）。

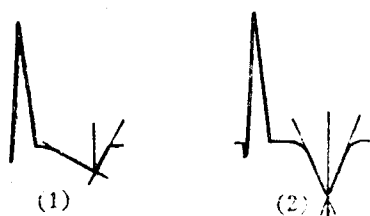


图16 左心室肥厚时T波的变化
(1)继发性 (2)原发性

二、心电图导联

将电极板放置在人体表面上某两点，并用导线连接到心电图机，构成电路，这种连接方法称为心电图导联。

(一)心电图导联的种类：

1. 标准肢导联：用左臂、右臂和左腿作为导联的连接点，可以分别接成三个导联，称为第I、II、III标准肢导联或标准导联。连接方法：第I导联=左臂—右臂；第II导联=左腿—右臂，第III导联=左腿—左臂（见图17）。

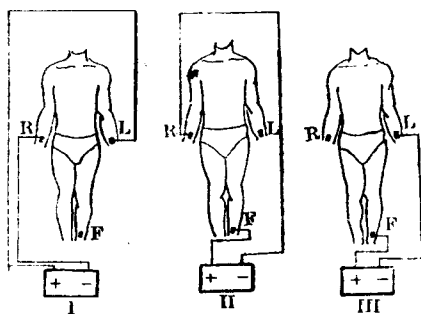


图17 标准肢导联的接线方法

必须指出，这一类导联的二个电极离心脏几乎等距离，它不能代表其肢体本身电位变化，而只能代表两肢体的电位差。因此，又称为双极肢导联。

2. 单极导联：把探查电极放在要探查部位，把无干电极连在中心电站，即右臂、左臂

及左腿三处的电极连接到一个中心点，使它的电位接近或等于零。这样连接的导联称为单极导联。

(1) 单极肢导联：将探查电极分别置于右臂、左臂或左腿进行记录。分别称为VR、VL及VF。每一肢体电极前加一5000欧姆电阻，再通至中心电站接负极。由于单极肢导联的电压较低，所得波型振幅甚小，不便分析。

(2) 单极加压肢导联：取消阻力圈，被探查肢体上按置探查电极，无干电极连于其它二肢体。中心电站只连接三个肢体中的两个。它的电压不等于零。但可使电压增大50%，波型相应增大（见图18）。aVR：右臂接正极，左臂、左腿接负极；aVL：左臂接正极，右臂、左腿接负极；aVF：左腿接正极，左臂、右臂接负极。

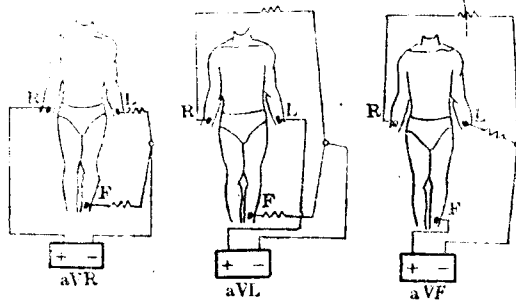


图18 单极加压肢导联的接线方法

(3) 单极胸导联：将探查电极放在胸部各个规定位置上，导联的另一端接到中心电站，即为单极胸导联（见图19）。常用胸导联的电极探查位置如下（见图20）：

V₁ 胸骨右缘第四肋间。

V₂ 胸骨左缘第四肋间。

V₃ 在V₂与V₄之间。

V₄ 在锁骨中线第五肋间。

V₅ 左腋前线与V₄同一水平。

V₆ 左腋中线与V₄同一水平。

在右前胸与V₃、V₄相对称的位置为V₃R、V₄R与V₄同一水平线。

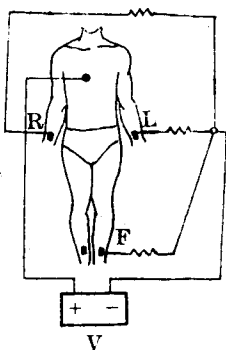


图 19 单极胸导联的接线方法

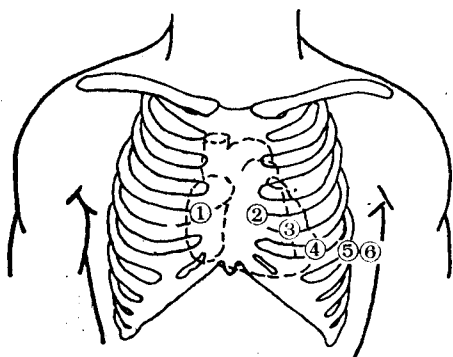


图 20 胸导联的电极位置

V_7 在腋后线与 V_4 同一水平。

V_8 在左肩胛骨尖端。

(二) 心电图各导联的临床应用选择:

1. 标准导联: 第 I、II 导联的波型变化决定电轴偏移及有无左束支的分支传导阻滞。第 I 导联波形全部倒置有助于诊断右位心。第 II 导联对诊断心房肥大和心律失常很有帮助。在诊断心律失常时所记录的图纸需长一些。

2. 单极加压肢导联:

(1) 心电位的判定: 从 aVL、aVF 与胸导联 V_1 、 V_2 波型的对比, 可决定心电位。

(2) 确定心室肥大: 如 aVL、aVF 导联 R 波有高电压现象, 应考虑有左室肥大。如 aVR 导联 R 波有高电压现象, 应考虑有右室肥大。

(3) 诊断右位心: aVR 导联中 P 波、T 波直立者, 对诊断右位心有一定参考价值。

3. 胸导联:

(1) 确定钟向转动: 根据过渡区的向左或向右移动, 可决定顺钟向或逆钟向转动。

(2) 心室肥大: 如 V_5 或 V_1 导联的 R 波高电压, 可诊断为左或右室肥大。

(3) 束支传导阻滞: 从 V_1 、 V_5 特征性波型改变, 可诊断有无左或右束支传导阻滞。

(4) 确定心肌梗塞部位: $V_1 \sim V_6$ 导联如有异常 Q 波, S-T 段抬高或 T 波倒置, 可推测心肌梗塞的部位及病变时期。

(5) 帮助诊断心律失常: V_1 导联中 P 波常很清楚, 有助于诊断室上性心律失常。

4. 其它: 根据病情需要, 有时加做 V_3R 导联, 有助于右心室肥大诊断。 V_7 、 V_8 有助于诊断后壁心肌梗塞。在诊断心肌梗塞时还需要在高一肋或低一肋进行检查。在疑有冠状动脉机能不全的患者中, 应加作运动试验以暂时加重心脏的负荷, 然后观察心脏的血供情况。

三、正常心电图

(一) 正常心电图波型的组成 (见图 21):

1. P 波: 代表右、左心房的除极。

(1) 方向: 因窦房结发出的激动传向左下, 故在 I、II、aVF、 $V_3 \sim V_6$ 为直立, aVR 倒置, III、aVF、 $V_1 \sim V_2$ 倒置或双向。

(2) 形态: 呈圆钝状。

(3) 时间 (宽度): 成人不超过 0.11 秒, 儿童不超过 0.09 秒。

(4) 电压 (振幅): 在肢导联中不超过 0.25 毫伏。在心前导联中不超过 0.15 毫伏。

2. P-R 段: 激动由房室结传向房室束、束支及浦顷野网所需要的时间。在这段中可埋藏着心房的复极波, 即 Ta 波。

3. P-R 间期: 代表心房开始除极至心室开始除极的时间。由 P 波起点测量到 QRS 波群起点的时间, 亦称 P-Q 间期。正常 P-R 间

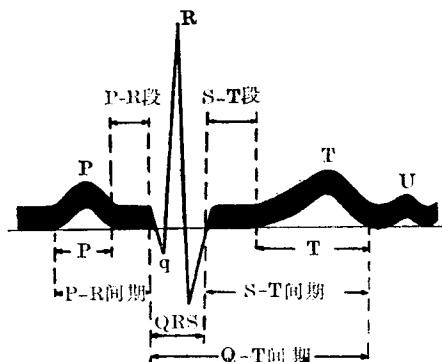


图 21 典型心电图图解

期成人 0.12~0.20 秒。儿童为 0.12~0.18 秒。

4. QRS 波群：为心室除极波。

(1) 命名：第一个向下波称为 Q 波，第一个向上波称为 R 波，第二个向下波称为 S 波。S 波后的向上波为 R' 波，R' 波的向下波为 S' 波，依此类推。如整个波群为一向下波，称为 QS 波。QRS 波群振幅较大的波，用 Q、R、

S 分别代表，振幅较小的波用 q、r、s 分别代表。如某一导联中的除极波是由一个较深的 Q 波与振幅低小的 r 波组成，则写成 Qr 波（见图 22、23）。

在描述 I 导联的 R 波，可写成 R_1 ，QRS 波群的上升或下降肢出现切迹或钝挫状，名 R 切迹型（见图 24）。

(2) 时限：由 QRS 波群的第一个波起点，量到末一个波的终点所需要的时间。正常成人 0.06~0.10 秒。儿童 0.04~0.08 秒。

(3) QRS 波群在各导联中的形态与振幅。

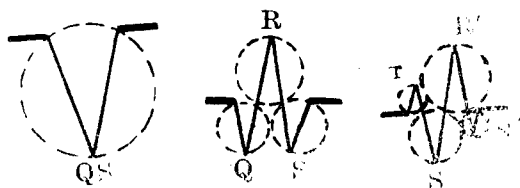


图 22 QRS 波各波的命名

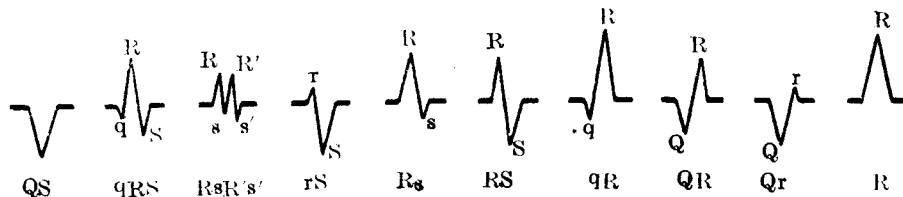


图 23 QRS 波的各种波型

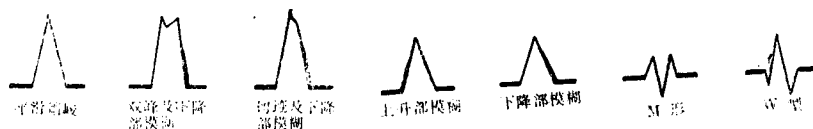


图 24 QRS 波的各种形态

胸导联

①在 V_1 、 V_2 导联出现小 r 波与深 S 波，即 rS 型，又称右心室波型。 V_1 或 V_3 R 导联可能出现 rSr' 型。但 r' 通常不超过 r 波的振幅。在 V_3 、 V_4 导联一般为 RS 相等的过渡波型。在 V_5 、 V_6 导联，则 R 波比 S 波大，呈 qRs、

qR 或 R 波型，又称左心室波型。R/S 比值从 V_1 到 V_6 导联逐渐增大。 V_1 的 R/S 应小于 1，而 V_5 的 R/S 大于 1， $RV_1 + Sv_5$ 不超过 1.2 毫伏， $RV_5 + Sv_1$ 在男性不超过 4.0 毫伏，在女性不超过 3.5 毫伏。

② R 波：在 V_1 导联平均 0.2~0.3 毫伏，

一般不超过0.7~1.0毫伏。在 V_5 导联平均为1.2~1.8毫伏,最高不超过2.5毫伏。在儿童 V_1 导联的R波随年龄的增长而逐渐减少。 V_5 导联的R波随年龄的增长而逐渐增高。

③S波:在 V_1 导联平均约1.2毫伏左右,一般不超过1.5毫伏。在儿童 V_1 的S波随年龄的增长而加深。 V_5 的S波随年龄的增长而减小。

④Q波:其振幅不超过同一导联中R波的 $\frac{1}{4}$ 。时间不超过0.04秒。在 $V_4 \sim V_5$ 导联的Q波不超过0.2毫伏。 V_5 导联很少有Q波。 V_1 、 V_2 导联中不应有Q波,但可呈QS型(尤其是肺气肿患者)。

肢导联

①R波:在aVL不超过1.2毫伏,aVF不超过2.0毫伏,aVR不超过0.5毫伏。

②Q波:如aVL、aVF导联基本向上呈qR波,其q波不应超过R波的 $\frac{1}{4}$,时间不应超过0.04秒。但正常人在aVL、aVF导联偶可呈QR型。Q波等于或大于R波,甚至呈QS型。aVR的QRS波基本向下,可呈rS、rSr'或Qr型。

标准导联

①R波: $RI + R_{II}$ 不超过2.5毫伏。 $RI + R_{III}$ 不超过4.0毫伏。

②QRS波群:在I、II、III导联中各波的算术和(即向上最高波加向下最深波的绝对值)应超过1.5毫伏。如每个导联的R波加S波振幅的算术和小于0.5毫伏,称为低电压。可见于少数正常人。横位心时,在第III导联偶可见深Q波。但深呼吸时完全消失,其时间不应超过0.04秒。

(4)室壁激动时间:在胸导联中,从QRS波开始到R波顶峰垂直线之间的时间,称为室壁激动时间(Ventricular Activating Time,简称为VAT),亦即激动波自心室内膜到电极面下心室肌的心包面所需要的时间。 V_1 、 V_2 导联反映右心室壁激动时间。

正常成人0.01~0.03秒。 V_5 、 V_6 导联反映左心室壁激动时间,正常成人0.02~0.05秒。

5.S-T段:由QRS波群终点到T波开始的一段,称为S-T段,代表心室在除极状态的过程。QRS波群的终点,称为ST段交接点(或称J点)。正常ST段为一等电位线,可以轻微向上或向下偏移。但在任何导联中ST段压低不应超过0.05毫伏,抬高不超过0.1毫伏。 $V_1 \sim V_3$ 导联中不超过0.3毫伏。除了S-T段抬高的程度外,其抬高的形态亦很重要。正常抬高的S-T段呈弓背向下,如出现弓背向上的抬高,即使抬高的程度有限,亦应视为异常(见图25)。



图25 ST段偏移的测量法

(1)ST段抬高:由基线的上缘量到ST段的上缘

(2)ST段压低:由基线的下缘量到ST段的下缘

6.T波:代表心室复极波。在S-T段后出现的一个较低而占时较长的波。

(1)形态:呈圆钝状,由基线慢慢上升达顶点,而下降较快,因此,上下两支不对称,倒置的T波亦如此。

(2)方向:在R波主要偏向上向者T波直立。因此,在aVR导联倒置。I、II、 $V_4 \sim V_6$ 导联直立。III、aVL、aVF、 $V_1 \sim V_3$ 导联可倒置。

(3)振幅:

①胸导联中,T波可高达1.2~1.5毫伏,但 V_1 导联的T波一般不超过0.4毫伏。在aVL与aVF中可高达0.4~0.5毫伏,在aVR可深达0.6毫伏。

②在R波为主的导联中,T波不应低于R波的 $\frac{1}{10}$,除病理情况可引起T波变化外,正常的生理现象如坐卧位,饮冷水,吸烟,情绪紧张,过度换气等亦可导致T波改变。

7. Q-T 间期：由QRS波群开始至T波结束的时间，代表心室电收缩所需要的时间，即心室除极与复极过程所需要的时间。Q-T 间期的长短与心率的快慢有密切关系。心率愈快，Q-T 间期愈短。通常成人每分钟心率在 70 次时，Q-T 间期不应大于 0.4 秒。

Q-T 间期的计算方法：

(1) $Q-T = K\sqrt{R-R}$ ，其中 $K = 0.39$ 为一常数， $R-R$ 为二个 R 波间的距离。正常 QT 间期 $= 0.39\sqrt{R-R}$ 间期 ± 0.04 秒。

(2) 校正的 QT 间期 ($Q-T_c$) $= \frac{Q-T}{\sqrt{R-R}}$ ，其最高值为 0.405。

(3) $Q-T_c = 2(QT \text{ 间期}) / 1 + (R-R)$ ，应 < 0.425 秒。QTc 即为 QT 常数。

(4) Q-T 比值 = 实际测得的 Q-T / 计算所得的 QT，大于 1.08 (男子和儿童) 或 1.09 (女子) 为不正常，称为 Q-T 延长。

Q-T 间期长短的临床意义：

① Q-T 间期延长：多见于心肌损害。如心肌炎，心肌梗塞及心力衰竭等。血钾或血钙过低以及应用奎尼丁等药物后。

② Q-T 间期缩短：见于应用洋地黄制剂后，高血钾或高血钙。

8. u 波：是在 T 波后 0.02~0.04 秒出现的一个宽而低平的小圆波。其方向一般与 T 波一致。代表激动的心室回到静止期的过程，或由于激动的心室回到静止期偶较迟缓所致。在 V_3 导联可达 0.2~0.3 毫伏，间期为 0.1~0.3 秒。

u 波高低的临床意义：u 波显著增高，见于低血钾，窦性心动过缓，甲状腺机能亢进，运动后，以及奎尼丁、洋地黄、肾上腺素等药物影响。u 波倒置见于高血钾和心肌梗塞等。

(二) 心电图测量及分析方法：

1. 心电图的测量法：

(1) 心电图波型的时间及电压：心电图纸由直线和横线划分为无数小格。

① 直线：代表时间。心电图记录纸速度一般是每秒 25 毫米。每毫米等于 0.04 秒，故两细线之间为 0.04 秒，两粗线之间为 0.2 秒。

② 横线：代表电压。两粗线之间为 5 毫米 (0.5 毫伏)，两细线之间为 1 毫米 (0.1 毫伏) (见图 26)。

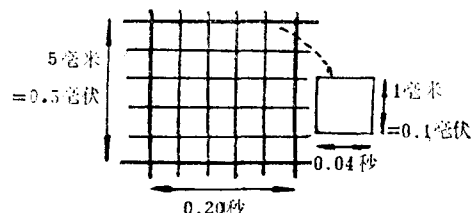


图 26 心电图横直格纹的意义图解

假使输入一个定准电位 (即 1 毫伏) 使基线移位 1 厘米，则每一毫米 = 0.1 毫伏。若波幅过高、过大，则必须将毫伏的定准电压移位幅度减至 0.5 厘米，计算时每 1 毫米 = 0.2 毫伏。

(2) 心率的测量：

① 测定二个邻近 P 波或二个 R 波之间有多少小格 (每小格为 0.04 秒)，将此数除 1500 (因每分钟有 1500 小格)，即得每分钟心率 (见图 27)。

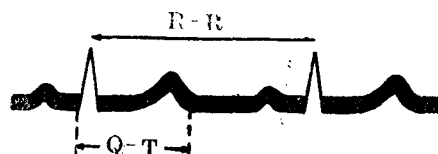


图 27 Q-T 间期及两心动周期 (R-R) 的测量

例如 P-P 间期为 20 小格，则房率 $= \frac{1500}{20} = 75$ 次/分，室率亦依此类推。

$$\text{心率} = \frac{1500}{P-P \text{ 或 } R-R \text{ 间期 (小格)}}$$

② 测定二个 P 波或二个 R 波之间有多少小格 (以每小格 0.04 秒为单位)，将此数除 60 (因每分钟有 60 秒)，即得每分钟心率。

$$\text{心率} = \frac{60}{\text{P-P或R-R期间(秒)}}$$

③数30个大格(每大格为0.2秒)中的R或P波的数目,乘以10,即为每分钟心率(30个0.2秒等于6秒钟)。

(3) 各波的电压及间期或测量:

①间期的测量:由其凸出点起始计算,以秒为单位,例如向上的P波,应从基线的下缘开始上升处量到终点。向下的P波,则从基线上缘开始下降处量到终点。

②电压的测量:如测量向上波的高度,应从等电线的上缘垂直地量到电波的顶端;测量向下波的深度,应从等电线的下缘垂直地量到电波的最低处,均以毫伏为单位。

2. 心电图阅读步骤及报告方式:

(1) 将各导联按次序排列,先检查有无伪差,导联连接有无错误,定准电压是否正确,个别导联有无减半电压。

(2) 找出P波与R波的关系,确定心律(如属窦性心律或其它异位心律)和心率(包括心房率及心室率)。如有心房颤动等心律失常,则应连续测量10个R-R间期,求得平均心室率。

(3) 测定P-R间期、QRS时限及Q-T间期,必要时测定V₁、V₅导联的“室壁激动时间”(见图28)。

(4) 分析标准I、II导联,以确定心电

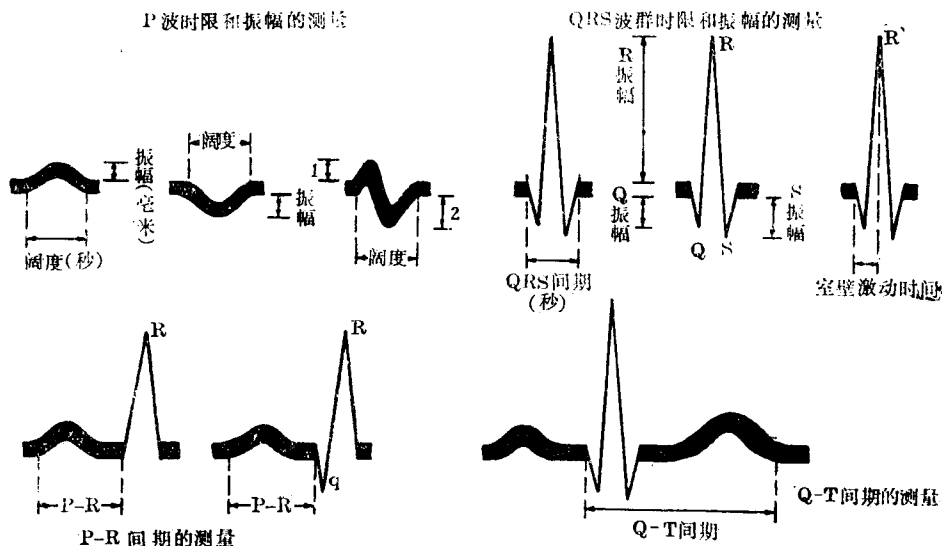


图28 心电图各波电压及间期测量法

轴左偏或右偏,再观察各导联中P波、QRS波群、ST段及T波形态,以及电压、时限及相互间的比值。

(5) 由单极肢导联和胸导联的波型判定“心电位”。

(6) 由胸导联中过渡区移动的波型来决定“钟向转动”。

(7) 归纳各导联的异常发现。

(8) 根据心电图的分析结果,将其归纳

入下列诊断项中即:正常心电图;大致正常心电图,如低电压等;可能不正常心电图,如V₅导联的R波为24毫米,即左室高电压;不正常心电图,如左室肥厚,前壁心肌梗塞等。

(9) 参考患者的年龄、性别、临床诊断及用药情况(如洋地黄、奎尼丁)等,最后作出心电图诊断:如右室肥厚、左室肥厚等。如心电图的发现不能下结论时,可将其

特征描述列入附注栏内，提供临床参考。

四、心电轴、心电位、钟向转动

(一) 心电轴

1. 电轴：一般可从 I 和 III 导联 QRS 波群的主波方向来估计电轴有无左偏或右偏，如果两主波的方向背道而驰，表示左偏；相互针对表示右偏，如欲更精确地计算角度，须采用三角测定电轴偏移法（见图 29）。

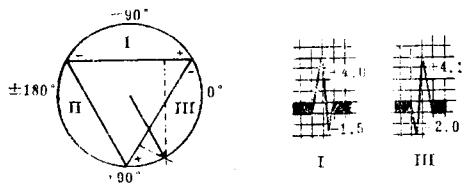


图 29 三角测定电轴偏移法

(1) 以 I 导联的 QRS 波群的代数和 (+2.5)，点于三角形的 I 线上，从此点作一垂直线。

(2) 从 III 导联的 QRS 波群的代数和 (+2.1)，点于三角形的 III 线上，以此点作一垂直线。

(3) (1) 与 (2) 垂直线相交的一点与三角形中点的连线，即代表 QRS 波群的平均电轴方向。

正常电轴偏转应在 $0^\circ \sim +90^\circ$ 之间， $0^\circ \sim -90^\circ$ 为电轴左偏（其中 $+30^\circ \sim 0^\circ$ 为轻度左偏， $0^\circ \sim -30^\circ$ 为中度左偏， $-30^\circ \sim -90^\circ$ 为显著左偏）； $+90^\circ \sim +180^\circ$ 为电轴右偏（其中 $+90^\circ \sim +120^\circ$ 为轻度右偏， $+120^\circ \sim +180^\circ$ 为中度右偏，大于 $+180^\circ$ 为重度右偏）（见图 30）。

如 I 导联表现为右心室图形 rS 型（即主波向下）。III 导联表现为左心室图形 Rs 型（即主波向上）为电轴右偏；I 导联表现为左心室图形 Rs 型（即主波向上），III 导联表现为右心室图形 rS 型（即主波向下），为电轴左偏（见图 31）。I、III 导联均表现为左心室图形（即主波向上），为正常电轴。

2. 临床意义：

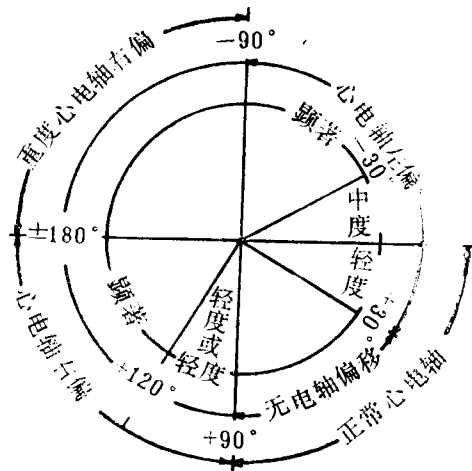


图 30 心电轴偏移的分类

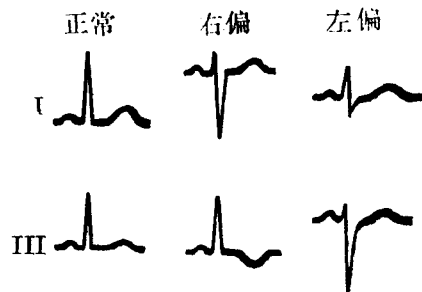


图 31 电轴正常、右偏、左偏心电图的表现

(1) 电轴右偏：常伴有右心室肥大，直位心，右束支传导阻滞及异位起搏点在左心室的期前收缩，风湿性心脏病二尖瓣狭窄，慢性肺原性心脏病等。

(2) 电轴左偏：常伴有左心室肥大，横位心，左束支前分支传导阻滞，异位起搏点在右心室的期前收缩。

(二) 心电位：各导联的心电图波形，因其所对向心脏的不同部位，可出现相同于心室壁或心腔的图形，根据这种导联的波型配合胸前导联可决定心电位。所谓心电位是依据电流的向量而决定，不一定与心脏解剖位置相同。

1. 常用的心电位分类法如下：

(1) 直位心：由于心脏向某侧转动的结果，使更多的右心室循心长轴转向前及左，

而左心室则转向后下，这时aVL为rS型，类似正常的V₁或V₂的右心室外壁型；aVF则为qR型，类似正常的V₅或V₆的左心室外壁型（见图32）。

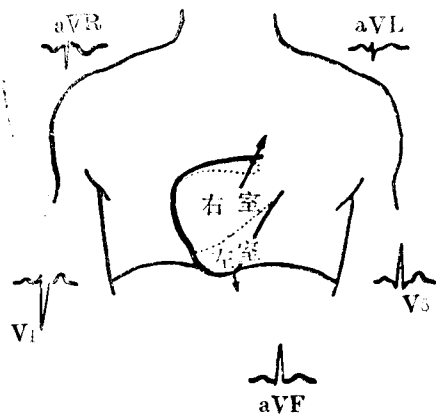


图32 垂直型心电位

(2) 半直位心：转动方向同上，但程度不及，aVL仍为rS型，振幅较直位心者为低；aVF为qR型，同直位心者（见图33）。

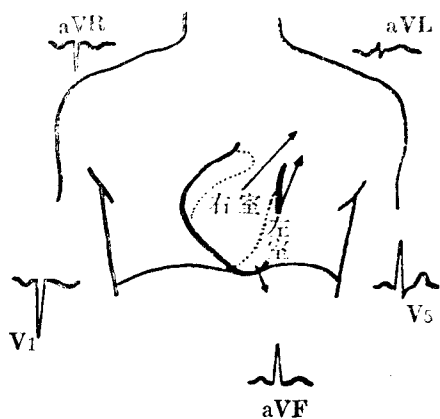


图33 半垂直型心电位

(3) 横位心：心脏循直位心的相反方向转动，使更多的左心室循心长轴转向前右，右心室转向后下，aVL示qR型。类似正常的V₅或V₆的左心室外壁型，aVF示rS型，类似正常的V₁或V₂右心室外壁型（见图34）。

横位心者低（见图35）。

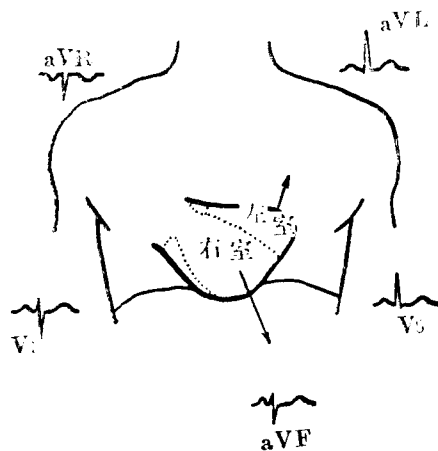


图34 横置型心电位

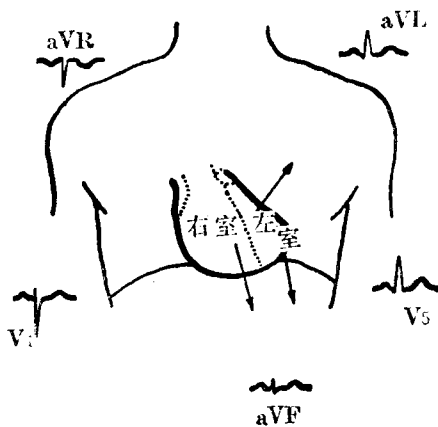


图35 半横置型心电位

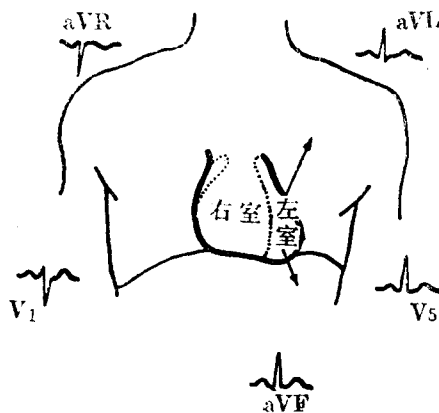


图36 中间型心电位

(4) 半横位心：转动方向同上，但程度不及，aVL仍为qR型，aVF为rS型，振幅较

(5) 中间位心：心脏所居位置在半横位与半直位之间。aVL及aVF图型相同，皆类似正

常的 V_5 或 V_6 的左心室外壁型(见图36、37)。

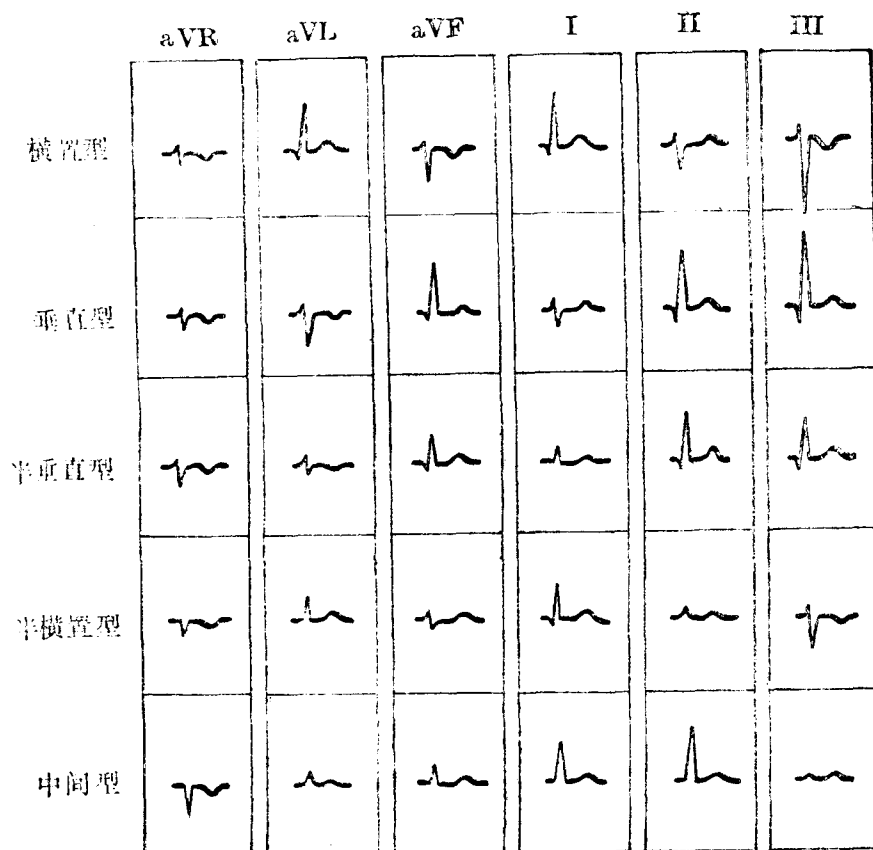


图37 各种心电位的心电图表现

(6) 不定位心: 如aVL、aVF图型不能与 V_1 、 V_2 或 V_5 、 V_6 相对照者, 可称为“不定型”。

2. 临床意义: 瘦长的人横膈下降, 多为直位、半直位或中间位。矮胖者横膈呈高位, 多半为横位或半横位。凡左室肥大者多同时示横位心, 右室肥大者同时示有直位心。

(三) 钟向转动: 心脏依其长轴而转动, 心脏的长轴是由心底部到心尖的轴, 系向前、向下及向左斜行, 这种转动可分为顺钟向与逆钟向转动。如右心室循心的长轴向前转动, 则心脏的转动方向与时钟转动的方向相同, 称为“顺钟向转动”。反之, 如左心室依心的长轴向前转动, 则心脏转动方向与时针转动方向相反, 称为“逆钟向转动”(见图38)。

1. 顺钟向转动: 因右心室向左转, 左心

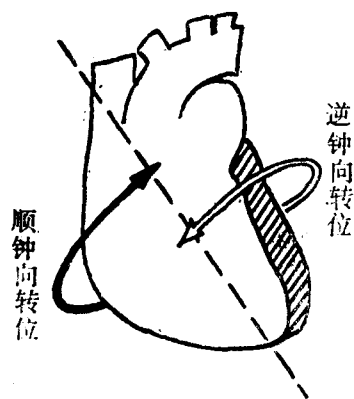


图38 心脏的钟向转动

室被推向后, 故自 V_1 至 V_4 甚至 V_5 、 V_6 均示右心室波型, 即rS型。

2. 逆钟向转动: 因左心室向前向右, 故 V_3 、 V_4 出现与 V_5 、 V_6 相同的左心室波形, 即呈qRs、qR、Rs或R波型。