

简明心电图学及图谱

陈清启 董殿阶 主编

山东科学技术出版社

鲁新登字05号

主 编 陈清启 董殿阶
副主编 李春雨 吴 祥 贺显仕 苗志敏 孙士虎
编 委 (以姓氏笔画为序)
于世鹏 王友武 王爱芹 刘 宏 朱志忠 孙士虎 吴 祥
李春雨 苏保林 范 莉 苗志敏 陈忠堂 陈清启 岳保贵
张传焕 张致平 戚厚兴 贺显仕 董殿阶
编 者 (以姓氏笔画为序)
于世鹏 王少远 王友武 王春梅 王亚琳 付兴山 刘 宏
刘 春 刘恒清 孙兆仁 孙力群 任爱农 朱志忠 吴 祥
吴 燕 李兴杰 李春雨 李志鸿 何其明 苏保林 沈全德
孟爱玲 陈清启 陈常积 陈光亮 陈纪君 范国贞 杨国华
张宁宁 张祥广 张传焕 张培菊 张金国 徐存理 韩继霞
戚厚兴 焦 华 董殿阶 雷中玉 颜世清 赵修成
绘 图 郑作祥 陈清启
主 审 潘景韬

简明心电图学及图谱

陈清启 董殿阶 主编

•
山东科学技术出版社出版
(济南市玉函路 邮政编码 250002)
山东省新华书店发行
曲阜师范大学印刷厂印刷

•
787×1092毫米 16开本 20印张 4插页 450千字
1993年12月第1版 1993年12月第1次印刷
印数: 1—8000
ISBN7—5331—1360—8/R·390
定价 22.00元

目 录

第一章 心电图基本知识	1
第二章 正常心电图及其伪差	17
第三章 心房、心室肥大	27
第四章 冠状动脉机能不全	39
第五章 心肌梗塞	56
第六章 心肌炎、心包炎与心肌病	85
第七章 几种常见心脏病	95
第八章 药物影响及电解质紊乱	113
第九章 心律失常总论	123
第十章 窦性心律失常	137
第十一章 逸搏与逸搏心律	146
第十二章 心律失常中几种常见基本现象	154
第十三章 干扰与干扰性房室脱节	163
第十四章 过早搏动	171
第十五章 阵发性心动过速	182
第十六章 异位自主性心动过速	199
第十七章 扑动与颤动	207
第十八章 心脏传导阻滞	218
第十九章 预激综合征	238
第二十章 人工心脏起搏和起搏心电图	253
第二十一章 头胸导联心电图	270
第二十二章 动态心电图	278
第二十三章 希氏束电图	292
附录	
一、心电图心率推算表	303
二、肢体导联六轴系统坐标图	304
三、心电轴换算指数	305
四、目测心电轴示意图	306
五、各年龄组正常P—R间期的最高限度	306
六、小儿各年龄组的平均心率及最小与最大幅度	307
七、小儿P—R间期随年龄和心率变化正常范围	307
八、心电图各波正常值	308

九、小儿各年龄组Q—T及Q—Tc的平均值及最大值 309

十、DCG24小时心率正常范围 309

十一、食道调搏法心脏电生理检查诊断参考值..... 310

十二、Master二级梯运动测验登梯次数表 311

十三、运动试验年龄与最大心率相关表..... 312

十四、不同心率时Q—T间期的正常值 312

第一章 心电图基本知识

心脏在机械性收缩之前，首先产生电激动，产生生物电流，并经组织和体液传导至体表，于身体不同部位产生不同的电位变化，形成体表电位差。将这种变化着的电位差用心电图机记录下来，形成动态曲线，即为心电图，亦称体表心电图，常规心电图。

心脏起搏传导系统

心脏起搏传导系统是由特殊分化的心肌细胞集成相连的结和束，它包括窦房结、房内束（包括结间束和房间束）、房室交界区（包括房结区、结区、结希区）、心室内传导束（包括房室束及其分叉部，左、右束支及其分支）、浦肯野纤维及部分人存在的变异的副传导束（图1-1）。

近几年来研究证实，组成心脏传导系统的细胞可分为三种：①P细胞：系起搏细胞，主要分布在窦房结和房室交界区内，尤以窦房结内为多。②移行细胞：形态介于起搏细胞和心肌细胞之间，主要分布于窦房结与房室交界区内，以交界区为多。③浦肯野细胞：又称束细胞，广泛分布在传导系统内，仅有传导激动的功能。

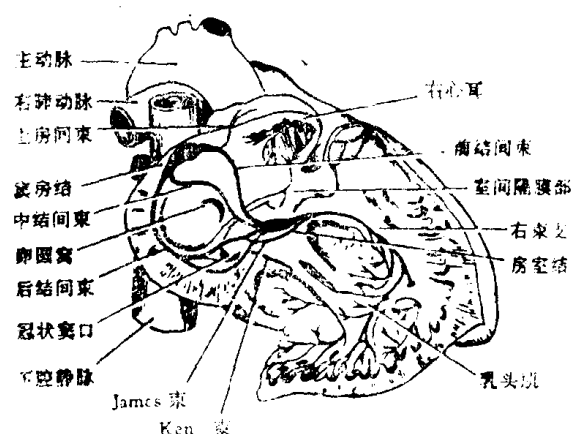


图1-1 心脏传导系统模式图

（一）窦房结

窦房结位于右心房上部邻近上腔静脉入口处，呈半月形，长15mm，宽5mm，高1.5mm，分头、体、尾三部分。在正常情况下，窦房结为心脏的一级起搏点。

窦房结内含有4种不同性质的细胞：①P细胞；②未分化细胞；③过渡细胞；④浦肯野细胞。窦房结内的结缔组织互相交织构成支架，P细胞位于其网眼中。窦房结的血液供应60%来自右冠状动脉，40%来自左冠状动脉，个别来自双侧冠状动脉。窦房结动脉横贯于结的中央。窦房结主要受左侧迷走神经和交感神经支配。在正常情况下，激动从窦房结头部的P细胞发起，经移行细胞、浦肯野细胞传至心肌细胞，使心房肌收缩，同时向下经结间束传至房室交界区。

（二）结间束与房间束

1. 结间束 现已肯定，在心房内有三束传导纤维，即前、中、后结间束。窦房结的冲动可经这三条传导途径传至房室交界区。

（1）前结间束 由窦房结前端（头部）发起，走向左前方，呈弓形绕至上腔静脉及右心房前壁，在此分为两束，一束分布于左房壁，称为上房间束，又称Bachmann束；另一束

经房间隔向下到房室结顶部。

(2) 中结间束 亦称 Wenckebach 束, 由窦房结后上缘发出, 弓状绕经上腔静脉与房间隔背部, 沿房间隔右侧下行至房室结顶部。

(3) 后结间束 亦称 Thorel 氏束, 由窦房结后下缘发出, 沿界嵴即右心房间静脉沟到达右房底部, 越过冠状窦口到达房室结的后下缘。

2. 房间束 房间束分为上房间束和下房间束。上房间束系前结间束的分支; 下房间束由前、中、后三条结间束的纤维在房室结的上方互相交织而成。

(三) 房室交界区

房室交界区亦称房室连接区、房室交接处或房室结区, 是指传导系统在心房与心室之间的连接部分, 它包括靠近房室结内的房内传导组织、房室结和房室束, 故合称为房室交界区。房室结和房室交界区的概念不完全相同, 房室结仅是显微镜(光学显微镜或电子显微镜)下的解剖学房室结, 位于房间隔下部, 为冠状窦口、卵圆窝与三尖瓣附着所围成的三角区内的内膜深面, 呈扁椭圆形, 长5mm, 宽4mm, 厚1.5mm, 具有将激动从上往下(顺传)或从下往上(逆传)的双向传导功能, 无起搏功能, 它只是房室交界区的一部分; 而房室交界区是一个功能区, 又称功能性房室结, 近年来倾向于将其分为三部及三区, 三部即①房室结; ②房室结心房扩展部(结间束进入部); ③房室束未分叉部。三区为①房—结区(A—N区); ②结区(N区); ③结—希区(N—H区)。也有人将房室交界区分为五区, 即房(A)区、房结(A—N)区、结(N)区、结希(N—H)区和希(H)区。

房室交界区含有P细胞、移行细胞和浦肯野细胞, 以移行细胞居多。P细胞主要分布在A—N区和N—H区, 浦肯野细胞位于交界区的周围。房室交界区的生理功能有三: ①传导功能: 房室交界区是心脏传导的必经之路; ②起搏功能: 房室交界区是心脏的二级起搏点, 当窦房结不能产生冲动(窦性静止)或发出冲动的频率过缓(窦性心动过缓)以及窦性冲动不能抵达房室交界区(窦房传导阻滞等)时, 房室交界区的P细胞便发出冲动, 形成交界性逸搏或逸搏性心律; ③减慢传导或“传导过滤”功能: 以避免房扑、房颤时过多的激动传入心室。

房室交界区含有丰富的交感和副交感神经纤维。交界区的血液供应十分丰富, 由纤维中隔支直接供血。90~94%的人, 纤维中隔支起源于右冠状动脉的后降支, 6~10%起源于左冠状动脉的旋支。

(四) 心室内传导束

心室内传导束 包括房室束分叉部和左右束支。

1. 房室束 房室束又称His束、A—V Bundle, 系房室结前下端向心室的延伸部分, 其传导纤维平行排列, 总长15~20mm, 直径2mm。进入心室间隔后分为左、右束支。房室束内含有P细胞、浦氏细胞、移行细胞。细胞排列整齐, 传导速度快, 并有起搏功能。

2. 左束支 左束支主干从房室束呈扁带状发出, 位于主动脉口纤维环下方的心内膜下, 宽3~6mm, 厚0.5~1mm。穿越室间隔后立即分成数小支, 进入室间隔左侧壁。其主干下行20~40mm后, 在室间隔中上1/3处分成两支, 一支呈扇形向前向上, 分布到室间隔的前半部和前侧壁心内膜下, 称为左前分支, 另一支呈扇形向下、向后分布到室间隔的后半部及左心室膈面的心内膜下, 称为左后分支。左后分支较左前分支宽而短, 易损性较小。左前分支与

左后分支最后各自到达乳头肌，并在心内膜下呈网状吻合。左束支的个体变异极大，除上述两大分支以外，约60%的人还有一个中心支，向下走行至间隔中部，名曰间隔支。因此左束支可分为三个分支。

3. 右束支 右束支为房室束的延续，呈细长条状，长10~20mm，厚0.5~1mm，较左束支细小，分支亦较迟，于室间隔右侧深部向前行至心尖处才分支。其分支可分为三组：①前组：返行向上，沿室间隔前下部及附近心壁散开；②外侧组：在主干绕前乳头肌基底部前外侧时发出，是三组中最明显的一组；③为右束支的终支，由前乳头肌基底部散向后乳头肌、室间隔后部及右心室壁后部。

（五）浦肯野纤维

浦肯野纤维是左、右束支的末梢纤维，呈网状分布于心室壁内，末端直接与心肌相连接。浦肯野细胞粗而短，细胞端与端之间有发达的闰盘相连，因此传导速度较快。

（六）副传导束

心房与心室之间除正常的传导束外，在某些人还存在变异的副传导束（旁道）现已发现的副传导束有三种：①房室房道（Kent束）；②房希（结）旁道（James束）；③束（结）室旁道（Mahaim束）。副传导束具有传导速度快、生理性不应期较长等特点，是预激综合征的解剖学基础。

（七）心脏激动传导

窦房结产生的激动，通过结间束、房室束迅速抵达心房和房室交界区。激动在结区内的传导速度骤然减慢，随后沿房室束，左、右束支及浦肯野纤维迅速下传，几乎同时到达两侧心室的心内膜，再由心内膜传导至心外膜。

激动在心脏各部分的传导速度不同，浦肯野纤维及房室束，左、右束支为2000~4000mm/s，心室肌为400mm/s，房室结为60mm/s。激动经过房室交界区时大约需要0.05s的时间。

心电图各波组成

典型心电图由下述各波组成（图1-2）。

1. P波 为左右心房的除极波。起点表示右心房开始除极，终点代表两个心房除极完毕。P波的前半部代表右心房除极，后半部代表左心房除极。

2. P—R段 是P波后的一段平线，代表激动在房室交界区、房室束及部分束支内传导。其中含有心房复极波（Ta波）的成分，因电力微弱而反映不明显，故心电图呈一平线。

3. P—R间期 指P波起点到QRS波群的起点之间的间期，它代表从心房肌开始除极到心室肌开始除极的时间。

4. QRS波群 是反映左、右心室（包括室间隔肌）除极的电位变化。其中第1个向下的波为Q波，继Q波后的一个向上的高波为R波，继Q波后的向下的波为S波，QRS波群是广义的代表心室肌的除极波，并不一定每个QRS波群都有Q、R、S三个波。

5. J点 QRS波群完毕与ST段开始时的一点，代表心室肌已除极完毕。

6. ST段 是QRS波群的终点到T波开始前的一段平线。代表左、右心室全部除极完

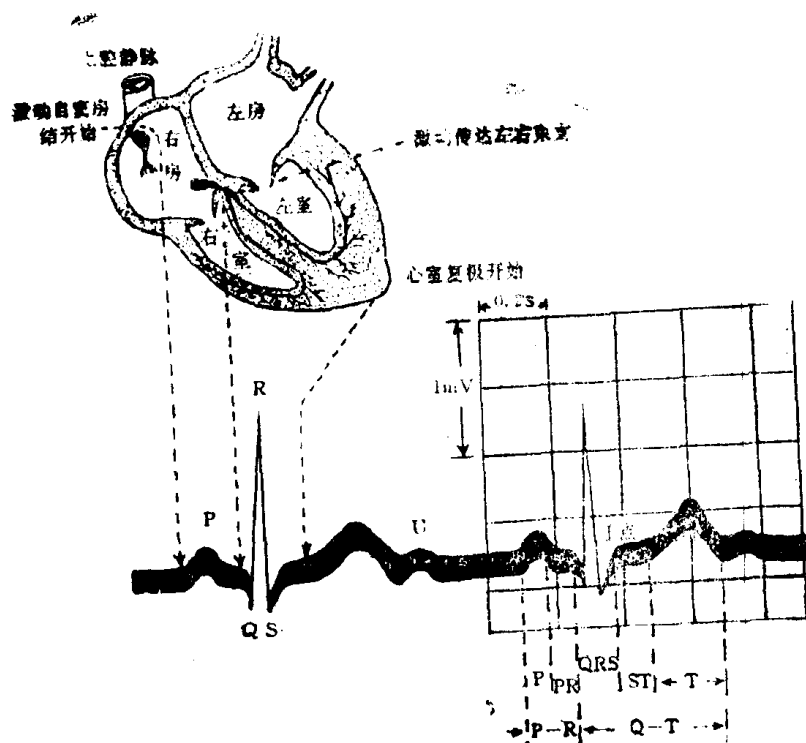


图 1-2 典型心电图图释

毕到复极开始以前的一段时间。

7. T波 是继ST段后一个较低而宽的波，代表心室复极过程所引起的电位变化。

8. Q—T间期 自QRS波群开始到T波终结的间期，它代表心室肌除极和复极的全部过程。

9. U波 是T波后的一个矮小波。关于U波的发生机理，有人认为它代表心肌激动的激后电位，亦有人认为它表示浦肯野纤维的动作电位。最近有人认为它可能系乳头肌的复极电位。

心电图发生原理

(一) 心肌细胞的极化状态

当心肌细胞在静止状态时，细胞膜外面带有正电荷（用“+”符号代表），细胞膜内面带有负电荷（用“-”符号代表），互相对立，造成细胞内外的电位差。据用微电极测定的结果，如以细胞外液的电位为0，则心肌细胞内的电位为-80至-90mV（静息电位）。此时细胞膜内外电荷保持稳定与平衡状态，没有电流产生，细胞周围也没有电位差，此种状态称为极化状态（图 1-3）。心肌细胞的极化状态与细胞内外 K^+ 、 Na^+ 浓度差，细胞膜对 Na^+ 、 K^+ 、蛋白质等具有不同的通透性及静电力的大小有关。在静息状态下，细胞内 K^+ 浓度约为细胞外 K^+ 浓度的30倍，而细胞外 Na^+ 浓度约为细胞内 Na^+ 浓度的15倍。细胞膜对 K^+ 的通透性远远超过对 Na^+ 的通透性，这样，细胞内的 K^+ 便会不断地流向细胞外，这样就使得较

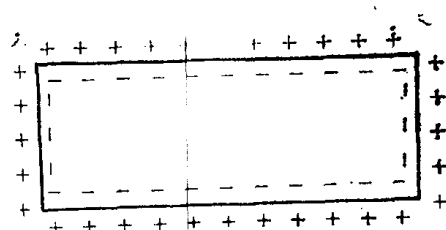


图 1-3 心肌细胞极化状态的膜电位

多的阳离子流到细胞外，未能外流的阴离子（主要是蛋白阴离子）则停留在细胞内，使膜内电位显著低于膜外。由于膜内带负电荷的阴离子越来越多，吸引着膜内带正电荷的 K^+ （静电力作用），逐渐使膜内 K^+ 不能再向外转移，达到电—化平衡，因而使膜内负电位维持在 -90mV 的水平上，这样就形成了静息电位。为了保持细胞内外环境的恒定，不使细胞丢失过多的 K^+ 和进入过多的 Na^+ ，细胞本身具有一种主动转移离子的功能，称为 K^+-Na^+ 交换泵。通过 K^+-Na^+ 交换泵可以把 Na^+ 从细胞内转移至细胞外，同时把 K^+ 带进细胞内，而不受离子化学浓度差因素的影响，甚至逆化学梯度差进行离子转移，这种主动性离子转移需要一定的能量（ATP）供应。

（二）心肌细胞的除极与复极

1. 除极过程 极化状态的心肌细胞，如果某一点受到刺激，该处细胞膜通透性立即发生改变，表现对 Na^+ 通透性突然增高，而对 K^+ 的通透性降低，瞬间，有大量的 Na^+ 进入细胞内，使细胞内的电位由 -90mV 突然升高至 $+20\sim+30\text{mV}$ ，这种由激动所产生的电位变化称为动作电位（图1-4），这一过程称为除极。由于邻近未除极的部位形成正电荷，已除极的部位形成负电荷，两者之间存在着电位差，电流便从未除极部位流向已除极部位。已除极部位与未除极部位的交界处形成的电位差似一对电偶，即电源（+）与电穴（-），未除极的部位为电源，已除极的部位为电穴。当电源的电位逐渐下降至一定程度时，该处的细胞膜即开始除极，此时已除极的部位与它前方的尚未除极的邻接部位相比又成为新的电穴（-），尚未除极的邻接部位又成为新的电源（+），如此不断扩展，直至整个心肌细胞完全除极为止。电偶的电源在前，电穴在后，除极的方向就是电偶移动的方向，此时如果探查电极面向电源，则描出向上的波（图1-5）。

2. 复极过程 心肌细胞除极之后，由于细胞的新陈代谢，使细胞膜依靠 K^+-Na^+ 泵的作用，将细胞内过多的 Na^+ 转移到细胞外，而细胞外过多的 K^+ 被转移到细胞内，重新调整了细胞膜对 Na^+ 、 K^+ 的通透性，于是又恢复了静止时的极化状态，这个过程为复极。细胞在复极时，先受刺激的部位先复极。在复极过程中，已复极部位的膜表面为正电位，未复极的膜表面为负电位，膜外形成电位差，并产生电流，电流的方向是从已复极的部位流向未复极的部位，即电穴在前，电源在后，其电流方向正好与除极过程相反（图1-6）。若将膜表面的电位变化连续记录下来，则可得到一个方向相反、电量相等的双向波。

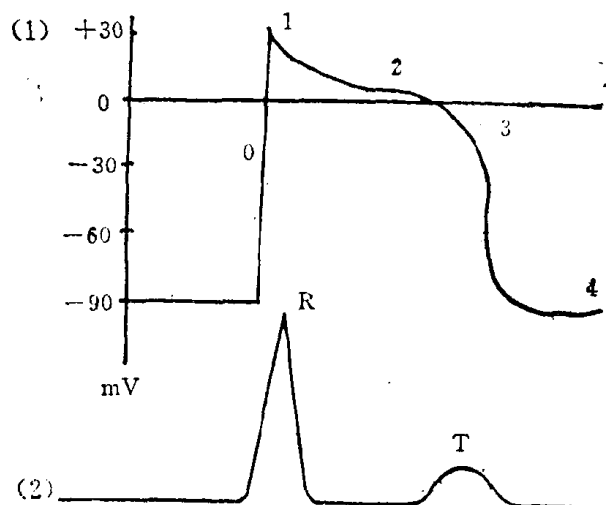


图1-4 心肌细胞的动作电位曲线

（1）心肌细胞除极与复极过程中的电位曲线

0. 0位相，相当于心电图的R波

1. 1位相，相当于心电图的J点

2. 2位相，相当于心电图的ST段

3. 3位相，相当于心电图的T波

4. 4位相，相当于心电图T波后的静息膜电位

（2）相应的心电图

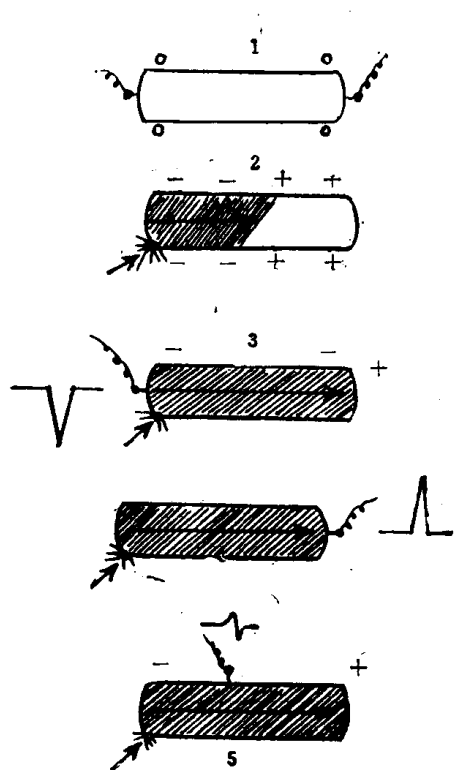


图 1-5 心肌纤维除极

1. 静止时，无波形描出
2. 除极进行
3. 完全向下波形
4. 完全向上波形
5. 双向波形

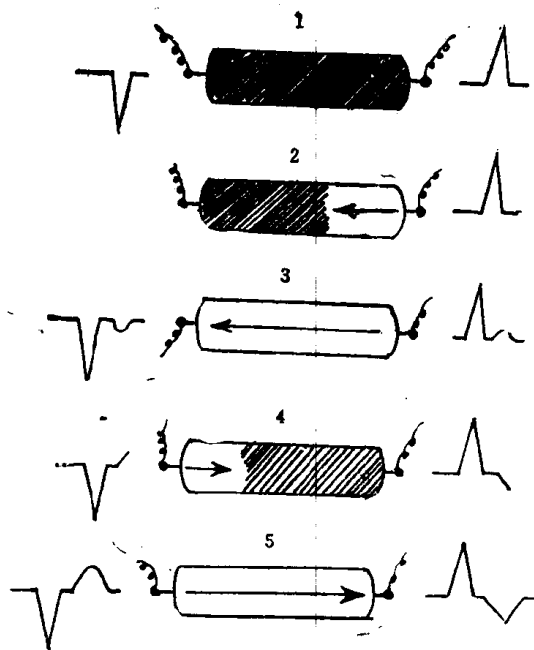


图 1-6 心肌纤维复极

1. 由左侧向右侧除极
2. 复极由右向左侧进行
3. 复极完毕
4. 复极由左侧向右侧进行
5. 复极完毕

综合上述：①在除极过程中，膜外形成电位差而产生电流，除极的前方为正，后方为负，相当于心室除极产生的QRS波群；②在复极过程中，膜外形成电位差产生电流，复极的前方为负，后方为正（和除极的方向相反），相当于心室复极产生的T波；③除极以前、复极以后，（极化状态）以及除极后至复极前（极化逆转），膜表面无电位差，无电流产生，描记出来的为一条水平直线。心室极化状态在心电图上为T—Q段，极化逆转在心电图上为QRS波群。心电图是由体表记录下来的，这与从细胞膜表面所测得的动作电位在原理上相似，但由于心脏是由许多细胞组成的复合体，以及心脏结构的特殊性，故临床心电图记录的是整个心脏所产生的综合电位变化，这同从单一心肌细胞表面所测得的电位变化大不相同。

（三）心肌细胞的动作电位及其时相

心肌细胞兴奋时的动作电位（包括除极与复极两个阶段），分为五个时期（见图 1-4）。

1. 位相 0（除极相） 心肌细胞受到刺激，细胞膜内的电位逐步上升至阈电位（约 -65mV ）水平时，膜上的“快离子通道”被激活开放，大量 Na^+ 进入膜内，细胞内电位骤然升高，由原来的 -90mV 转成约 $+30\text{mV}$ ，此阶段称为动作电位 0 位相。

2. 位相 1（快速复极相） Na^+ 通透性稍减， K^+ 通透性稍增，由于 Cl^- 内流，膜内电位急剧下降，形成快速复极相。

3. 位相 2（缓慢复极相，平台期） Na^+ 内流与 K^+ 外流速度几乎相等，膜内外电位保持稳定，接近 0 电位水平，形成平台期。此期有 Ca^{2+} 缓慢内流。

4. 位相3 (快速复极末期) Na^+ 通透性降至静止期水平, K^+ 迅速外流, 膜电位急剧下降, 直至达到静息电位水平。

5. 位相4 (静止期或舒张期) 膜内外 K^+ 、 Na^+ 浓度差恢复正常, 膜内电位降到 -90mV 。

各部分心肌细胞动作电位的形状、波幅和时程不同, 可分为快反应动作电位和慢反应动作电位。由快通道和慢通道共同开放所形成的动作电位, 称快反应动作电位, 产生该动作电位的心肌细胞称为快反应细胞, 主要分布在心房肌、心室肌、结间束、房室束、左右束支及浦肯野纤维; 仅由慢通道开放所形成的动作电位, 称为慢反应动作电位, 产生该动作电位的细胞称慢反应细胞, 主要分布在窦房结、房室交界区。

容 积 导 电

在实验室, 把一个电池的正、负两极 (一对电偶) 放置在一大盆稀食盐水中, 由于盐水是导体, 必然有电流自正极流向负极, 电流布满整个盐水中, 这种导电方式称为容积导电。盛在容器中的导体称为容积导体。人体组织液中含有多种电解质, 因此也是一个容积导体。心脏在人体内好像一个电池放在电解质溶液中, 心脏相当于一个电偶, 心电偶的两极相当于电池的正负极, 心脏周围以外的全身组织相当于容积导体, 这样, 在体内必然有电流自心电偶的正极流向负极, 形成一个心电场。心电场在人体表面分布的电位称为体表电位 (图1-7), 将电极放置在体表就能记录出心肌活动的电位变化。

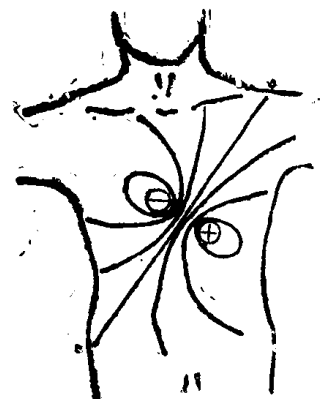


图1-7 心电场人体体表电位分布示意图

在容积导体内有无数向上下、左右、前后各个方向传导的电位线, 形成一个电场。即在容积导体中各处都有不同程度及不同方向的电流在流动着, 因而导体中存在着不同的电位差 (图1-8)。连接电偶的正负两极为AB线, 称为轴心线。电流的方向是从A到B, 通过轴心线AB的中心可作一垂直平面CD, 由于CD面上各点与正负两极距离相等, 放在此平面上各点的电位等于零, 称为电偶电场的零电位面。零电位面把电偶的电场分为两个半区, A侧各点是正电位, B侧各点是负电位。在与电偶平行的直线上, 电位最大 (正或负), 而在与电偶构成各种不同角度的斜线上, 电位为中间值 (正或负), 角度愈大, 电位愈低。在上述情况下, 与电偶的距离愈近, 电位愈强 (正或负), 距离增远, 电位也随之下降 (正或负)。

在人体内, 零电位面 (00线), 把心电场分成两半, 即正电位区和负电位区, 电位分布情况大致与图1-8相似。心脏激动时, 心电偶的移动方向大致是从右上到左下。在激动过程中, 心电偶的方向和大小都在不断变化着, 因而体表电位的分布也必然出现相应的改变。如果用导线将体表各部与心电图机连接起来, 就能将体表电位变化按激发的时间顺序记录下来, 所获得的曲线就是心电图。

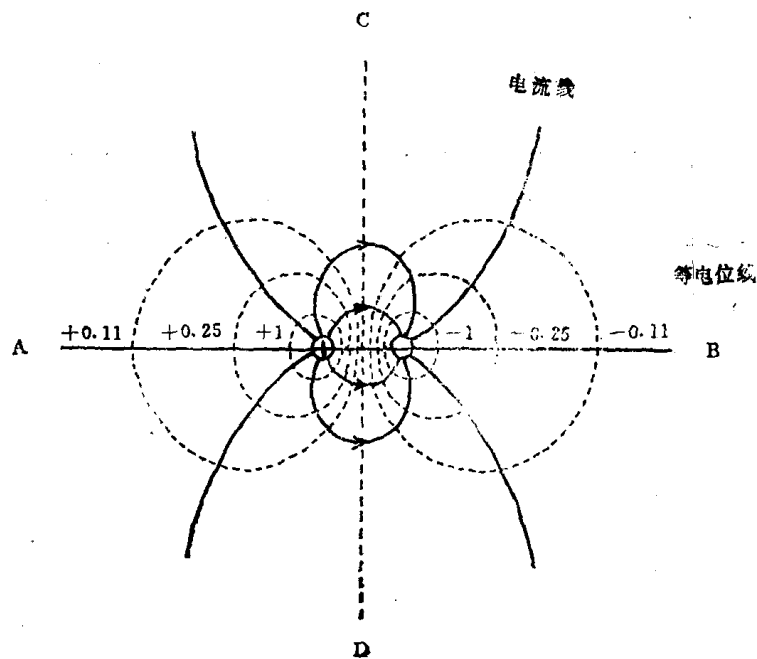


图 1-8 电偶在容积导体中产生的电流线和等电位线示意图

心 电 向 量

(一) 心电向量概念

心脏在整个激动过程中（包括心机的除极和复极）产生电动力，电动力具有一定大小和方向，称之为心电向量，简称向量（图 1-9）。向量可用一箭头来表示，箭头的长短代表电动力的大小，箭头表明向量的方向，箭头所指的方向为正电位，箭尾的方向为负电位。

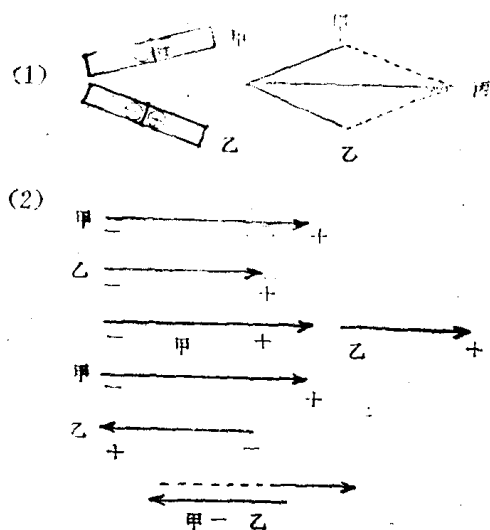


图 1-9 向量及综合向量

(1) 甲、乙分别代表两个肌纤维，当二者同时激动时，按平行四边形的合力算法，求其合力“丙”。

(2) 甲、乙二向量同方向时，综合向量等于二者之和；反之，则相互抵消（相减）一部分。

当两条以上的心肌纤维同时激动而产生电力时，可以用合力算法（平行四边形法）求得它的电动力的总和，此种方法，称为向量的综合，即综合向量。

心脏在除极与复极过程中，每一刹那都有许多向量产生，而且这许多向量又可用向量综合法归并为一个总和，即瞬间向量。在整个心动周期中，瞬间向量的大小和方向经常发生改变。“平均向量”是指心动周期中某一部分所产生向量的平均方向及大小，如心室除极（即QRS波群）是心动周期中的一部分，把在这一部分内所产生的许多不断变动着的瞬间向量综合为一个总的QRS向量，即称为平均QRS向量。

心脏是一个立体器官，在体腔内占据一定的空间位置，它在整个激动过程中的每一刹那所产生的瞬间平均向量，朝向四面八方，即上下、左右、前后三个方向。这些向量的头端在空间构成的图形轨迹，便是空间心电图向量环。心房和心室在除极与复极时所产生的平均向量，分别形成相应的P、QRS、T空间心电图向量环。为确切反映空间心电图向量环的位置和大小，必须同时记录三个单面心电图向量图，即横面（小平面）、侧面和额面心电图向量图，它们分别是空间心电图向量环在各个平面上的投影（图1-10）。三个平面相互交叉处为三个相互

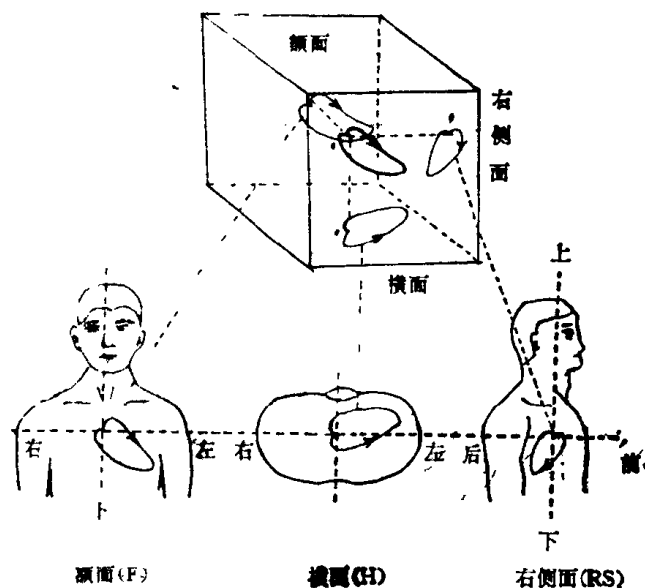


图1-10 空间向量环在三个平面上的投影

垂直的轴，左右轴为x轴，上下轴为y轴，前后轴为z轴。横面由x轴和z轴组成，侧面由z轴和y轴组成，额面由y轴和x轴组成，每两根轴把一个平面划分成4个象限，每一象限在各面中的极性是一致的，其角度依顺时针向递增，直至360°。各平均瞬间向量在各平面上的位置从其与各轴和E点的关系，可用方位角度和振幅长度来表示（图1-11）。

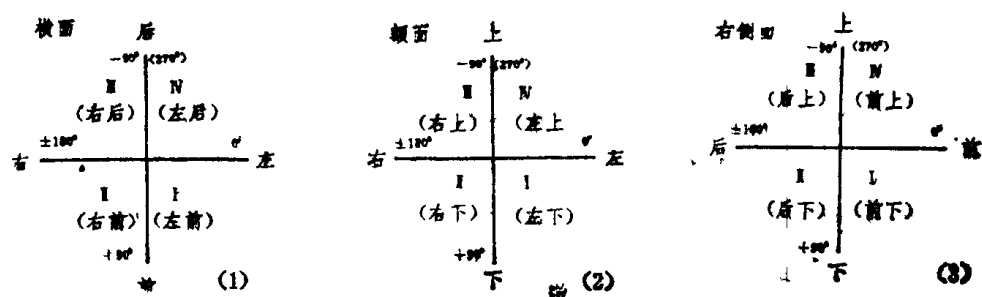


图 1-11 心电向量标记方法

(二) 心向量基本图形

1. P环 系心房除极过程中瞬间向量的轨迹，环体较小，其综合向量所指的方向称为P环的电轴（图 1-12）。

2. QRS环 系心室除极过程中瞬间向量的轨迹，环体较大，是分析向量图的重点。按心室的除极顺序可用四个向量来表示（图 1-13）。

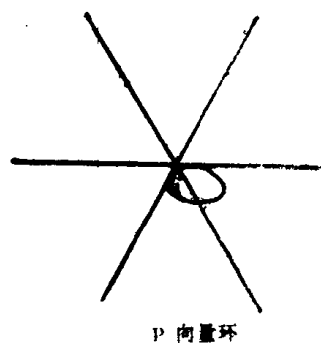


图 1-2 心房除极向量
(额面)

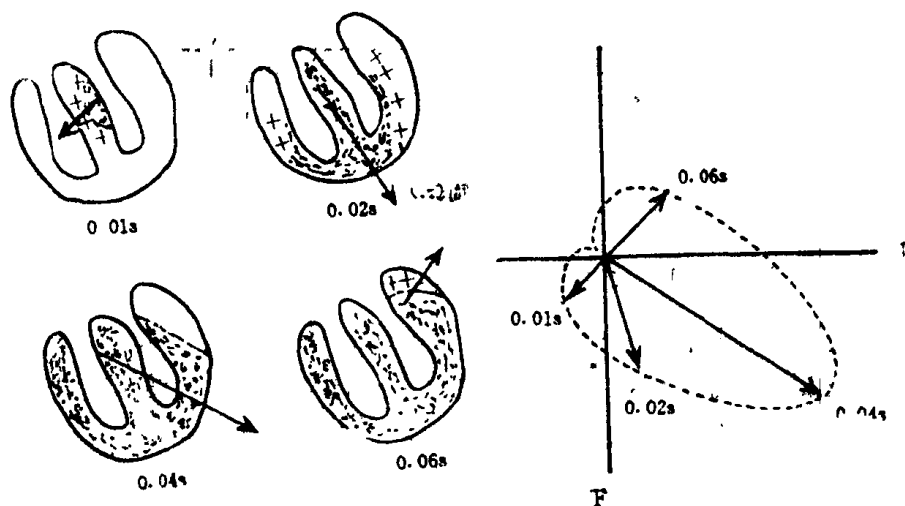


图 1-13 心室除极向量(额面)

第一向量：0.01s，室间隔除极向量，方向指向右前方。

第二向量：0.02s，心尖前壁除极向量。右心室向量向右，左心室向量向左，但因左心室心肌比右心室厚，故综合向量指向左前略向下。

第三向量：0.04s，左心室除极向量，为最大的向量，方向指向左下后。

第四向量：0.06s，基底部除极向量，成人综合向量指向左向上，儿童因右室相对电势较大，其综合向量向右向后及稍向上。

3. T环 系心室复极瞬间向量的轨迹，由于复极过程较慢，故T环呈粗浓线圈。正常向量图的T环和QRS环的主要方向一致。

(三) 心电向量图与心电图的关系

心电向量图与心电图之间的关系可以概括为一句话，即某个导联上的心电图是心电向量图在该导联轴上的投影（图1-14）。具体地说：

1. 标准导联及加压单极肢导联心电图，是额面向量环在标准导联及加压单极肢导联轴上的投影（图1-15）。按照六轴系统的概念，六个肢体导联是在额面上由六个各相隔 30° 的轴组成的，因此导联I相当于x轴，导联aVF相当于y轴。向量环投影在某一导联轴的正侧即成为向上的波，投影于负侧则成为向下的波。投影在导联轴上的位置至零点的距离，反映了心电图波幅的大小。

2. 单极胸导联心电图，是横面心电向量环在单极胸导联轴上的投影（图1-15）。自心脏激动的“电力中心”向9个心前探查电极的辐射线，即为胸导联轴。各导联轴的度数可视为： V_1+120° ， V_2+90° ， V_3+75° ， V_4+60° ， V_5+30° ， V_6 ， 0° ， V_7-30° ， V_8-60° ， V_9-90° 。因此， V_6 导联相当于x轴， V_2 导联相当于z轴。当横面心电向量环投影在某一导联轴的正侧为向上波，投影于负侧则为向下波。投影在导联轴上的位置至零点的距离，反映了心电图波幅的大小。

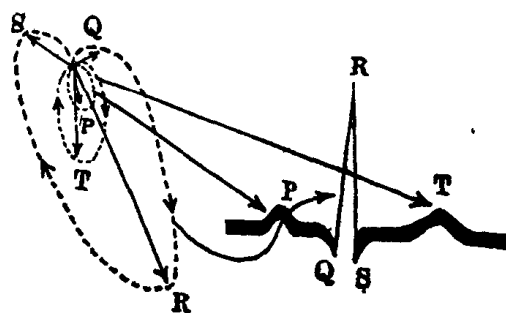


图1-14 心向量图和心电图的成形示意图

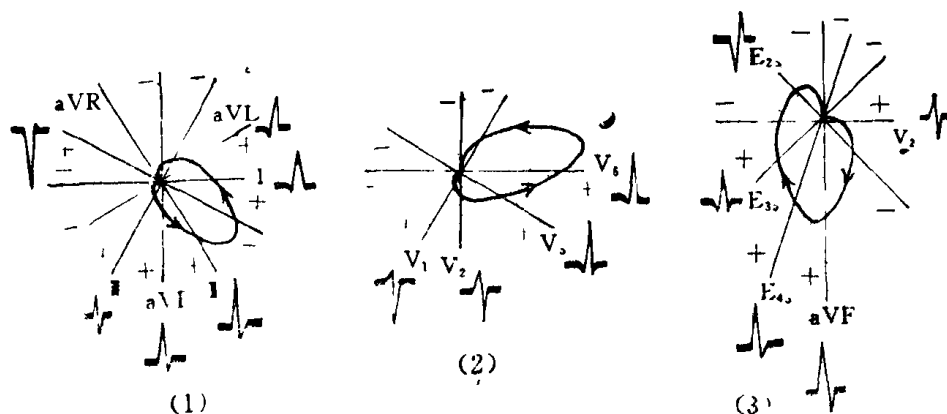


图1-15 额面、横面、侧面心电向量环在各导联轴上的投影

(1) 额面心向量环在肢体导联轴上的投影

(2) 横面心向量环在心前导联轴上的投影

(3) 侧面心向量环在食道导联轴上的投影

3. 食道导联心电图, 是侧面心电向量环在食道导联轴上的投影 (1-15)。其导联轴的具体角度与食道电极至门齿 (或鼻孔) 的距离有关, 临床一般不常应用。从图 2-15 中可以看出, 侧面向量环亦可在 V_2 (相当于 z 轴) 和 aVF (相当于 y 轴) 导联轴上投影。

心 电 图 导 联

将两个电极置于人体表面任何两点, 用导线与心电图机中的正负两极相连, 就可将这两点间的电位差导入心电图机, 从而描出一系列心电波, 这种连接方法和装置称为心电图的导联。目前最常用的导联有 3 个标准导联、3 个加压单极肢体导联和 9~13 个胸前导联, 此外还有食道导联。

(一) 标准导联

标准导联是将正、负两个电极分别连接右上肢、左上肢及左下肢而构成, 故为双极肢体导联 (图 1-16)。

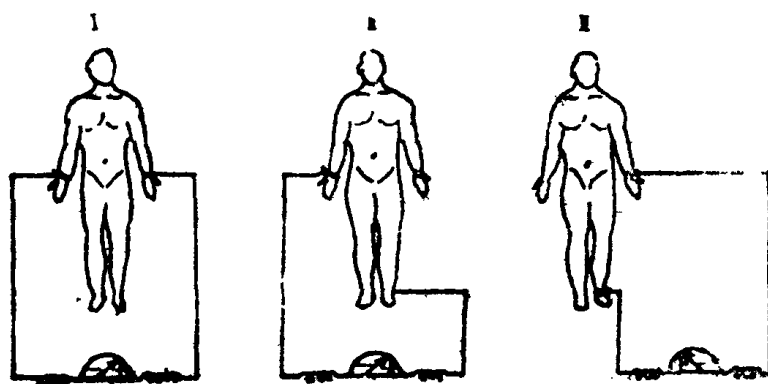


图 1-6 标准导联连接法

- I. 左手接电流计的正极, 右手接电流计的负极
- II. 左足接电流计的正极, 右手接电流计的负极
- III. 左足接电流计的正极, 左手接电流计的负极

1. 导联 I 正极接左上肢, 负极接右上肢。
2. 导联 II 正极接左下肢, 负极接右上肢。
3. 导联 III 正极接左下肢, 负极接左上肢。

(二) 加压单极肢导联

将心电图机中电流计的负极与中心电端 (并联两个 5000 欧姆以上电阻作为无干电极, 即中心电端, 在心脏激动过程中, 中心电端的电位几乎等于零) 连接, 正极连接到某一肢体上 (称为探查电极), 这样导出的心电基本上代表了正极一端的实际电压 (图 1-17)。

1. aVR 为单极加压右手导联。探查电极接右手, 无干电极接左手和左足。
2. aVL 为单极加压左手导联, 探查电极接左手, 无干电极接右手和左足。
3. aVF 为单极加压左足导联, 探查电极接左足, 无干电极接右手和左手。

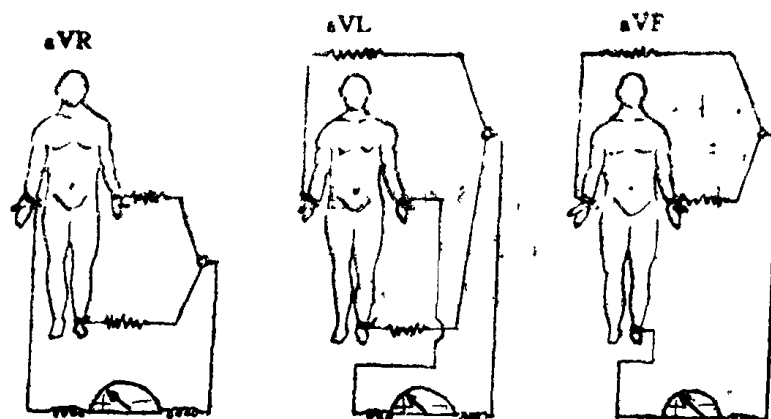


图1-17 单极加压肢体导联连接法

(三) 单极胸导联

单极胸导联以V表示，是将电流计的负极与中心电端（并联三个一万欧姆以上的电阻作为无干电极，分别接于左手、右手和左足，中心电端的电位接近于零），探查电极分别接于胸壁上各个不同部位而成。探查电极常用的位置如下（图1-18）。

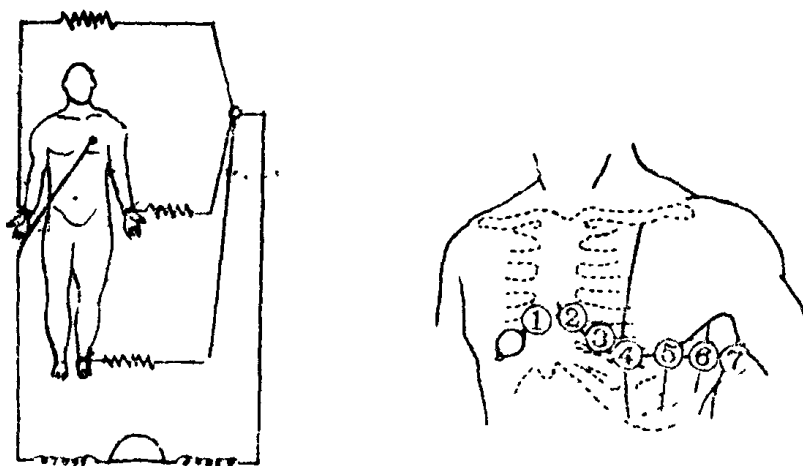


图 1-18 单极胸前导联连接法

1. V_1 胸骨右缘第4肋间；
2. V_2 胸骨左缘第4肋间；
3. V_3 V_2 和 V_4 联线的中点；
4. V_4 左锁骨中线第5肋间；
5. V_5 左腋前线与 V_4 平行处；
6. V_6 左腋中线与 V_4 平行处；
7. V_7 左腋后线与 V_4 平行处；
8. V_8 左肩胛骨下角与 V_4 平行处；
9. V_9 左脊椎旁线（脊椎突旁2厘米处）与 V_4 平行处；
10. V_{3R} 右胸前与 V_3 对称的位置；