

总主编·曾因明

麻醉学高级系列专著

生命机能监测

主 编 岳 云

副主编 余守章 王祥瑞 刘保江



人民卫生出版社

第1版 (2013年12月)

ISBN 978-7-122-19302-1

生命机能监测



主 编 王 杰
副主编 王 杰 王 杰 王 杰

清华大学出版社



麻醉学高级系列专著

总主编 曾因明

生命机能监测

主 编 岳 云

副主编 佘守章

王祥瑞

刘保江

编者（以姓氏笔画为序）

王祥瑞 上海交通大学医学院附属仁济医院

田 鸣 首都医科大学附属北京友谊医院

刘保江 山西医科大学附属第一医院

佘守章 广州医学院附属广州市第一人民医院

吴安石 首都医科大学附属北京朝阳医院

岳 云 首都医科大学附属北京朝阳医院

姚立农 第四军医大学唐都医院

赵晓琴 北京阜外医院

徐世元 南方医科大学珠江医院

崔书杨 江苏省中医院

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

生命机能监测/岳云主编. —北京:

人民卫生出版社, 2011. 12

(麻醉学高级系列专著)

ISBN 978-7-117-11150-8

I. 生… II. 岳… III. 麻醉—监测 IV. R614

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 205267 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

生命机能监测

主 编: 岳 云

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23.5

字 数: 537 千字

版 次: 2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-11150-8/R · 11151

定 价: 60.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)



《麻醉学高级系列专著》是我国麻醉学知识载体建设的一项重要举措,这项工作在2006年启动。当时广泛征求了国内麻醉学界专家教授的意见与建议,经认真研究后决定组织全国麻醉界优秀力量编写出版《麻醉学高级系列专著》。

鉴于这项工作是一系统工程,为能规范、顺利推进,按照卫生部规划教材的编写模式,2006年9月经有关部门批准,成立《麻醉学高级系列专著编审委员会》,其任务主要是按有关规定条件与程序遴选每本专著的主编、副主编人选,提出编写思路,宏观决策每本专著的编写内容,实行编审委员会领导下的主编负责制。2006年12月15~18日在浙江杭州召开了“第一次麻醉学高级系列专著编审委员会会议”。会议审议通过《麻醉学高级系列专著》的编写思路,决定每本专著的主编、副主编人选,提出每本专著的编写思路和编写内容,并拟定了编写进程。会议认为本系列专著要能涵盖麻醉学科的各个重要领域,各本专著之间既要统一协调,又能相互呼应,从而成为统一的整体。本系列专著与其他专著的区别是:①涵盖麻醉学的各个重要领域,互相联系而不重复,各自独立而无遗漏,全面深入而讲究实用;②与住院医师培训教材(一套五册)相比,本系列专著对基本理论和基本知识不作系统介绍,而是突出临床应用,强调临床实际指导意义;亚专科麻醉在以往的著作中通常是一个章节,而在此则是一本专著,更为详尽、丰富与实用;③撰写技术操作时要求图文并茂,以成熟、通用为依据,以能规范临床技术操作;④撰写基础理论的目的是为临床诊断与治疗提供依据,因此以病理生理为主,发病机制为辅;⑤以人民卫生出版社编写指南为准则,统一体例、名称及计量单位,但每部专著可有不同的写作及表达风格,如插入病例分析、医学伦理等。会议强调本系列专著的读者对象应是各级医院麻醉科高年住院医师、主治医师以上人员,也可作为麻醉科住院医师培训及进修医师用书。会议决定,十九部《专著》的主编人(按“专著”先后为序)为姚尚龙、岳云、熊利泽、李文志、王保国、朱也森、喻田、李立环、邓小明、古妙宁、马正良、陶国才、郭曲练、王国林、田玉科、黄宇光、于布为、傅志俭、龙村教授。

根据“第一次麻醉学高级系列专著编审委员会会议”的决定,2007年1月26~29日在湖北武汉召开了《麻醉学高级系列专著》(以下简称《专著》)主编人会议。这次会议遵循上述编写思路,通过主编人集体讨论,决定每本专著的编写大纲并遴选编者;统一编写格式;以专著质量为生命线,落实“过程管理”中的有关问题。期间,人民卫生出版社颁发了主编证书。

随后《专著》进入紧张的撰写阶段,通过全国207名作者辛勤的工作,经过近8个月的努力,《专著》陆续完成初稿。从2007年9月始《专著》进入审修阶段,在主编的领导

下,在全体作者交叉审稿的基础上,绝大多数《专著》均经集体讨论,逐章提出具体修改意见。经过反复审修,2008年5月始《专著》先后定稿,交由人民卫生出版社陆续出版,经过两年的努力,《专著》即将与全国广大读者见面。

有位读者给我来信说:“主编很好当,把任务布置下去,稿件收上来,只要有出版社出就是一本书”,说实话,在接到此信前我已认真思考过这类问题,所以要兴师动众、认真地召开编审委员会和主编人会议就是证明。应当说每本《专著》的主编都是很认真负责的,为编好《专著》,主编与副主编们始终把“质量”放在核心地位,他(她)们一是有清晰的编写思路;二是有明确的编写大纲,大纲直落三级目录;三是遴选了一批既在临床第一线、又有写作基础、又能定下心来撰写的青年作者;四是在写好自己章节的基础上,抓紧过程管理,调控编写质量,有些章节曾五易其稿。因此,每位主编是为《专著》付出心血的,也确是不好当的。

能否出“传世之作”是一个学科成熟与先进的象征,麻醉学科的后来人要为此而奋斗。一套十九部书组成的《专著》在一定程度上是我国临床医疗、科学研究、学术骨干及带头人状态的一个缩影,而《专著》的编写确实对我国百余名中青年写作队伍起到促进与历练作用,尽管个别专著及章节可能会存在这样那样的问题甚至错误,但我还是祈望能以此作为起点,相对稳定篇章的写作人员,在前进中广纳群言与人才,在实践中磨砺一支临床经验丰富、学术造诣较高、能责任于白纸黑字的写作队伍,持之以恒,终能把“编”易为“著”,且有更多的原创与风格,届时麻醉学的知识载体将百花齐放,麻醉学科也将是一个强势学科。为了共同的目的,衷心希望广大读者化厚爱为书评,转参阅为参与,这种“求实”的氛围正是在当前缺乏而宜大力倡导的,因为这是学科发展的重要软环境。谨以此为序,不当之处盼批评指正。

曾因明

2008年8月

目 录



第一章 围术期心电图监测	1
第一节 心电监测的基础知识	2
一、心电产生的基本原理	2
二、心电监测的基本方法	5
三、心电图基本波形	8
四、心电轴	10
五、心电监测诊断的基本步骤	11
六、围术期心电监测的意义	12
第二节 围术期心肌缺血监测	12
一、心肌缺血	12
二、心肌梗死	15
第三节 围术期心律失常监测	19
一、心律失常产生的电生理基础	19
二、心律失常常用术语	20
三、围术期常见的心律失常	25
四、心律失常的心电图诊断步骤	41
第四节 具有预测严重猝死的几种心电图改变	42
一、Brugada 综合征	42
二、特发性长 Q-T 综合征(LQTS)	43
三、特发性 J 波(早期复极综合征)	44
四、T 波电交替	44
五、Epsilon 波	45
六、短 Q-T 综合征	45
第五节 有关心电监测其他技术的评价	46
一、心率变异的分析	46
二、QT 离散度	46
三、心率震荡	47
四、心磁图	47
五、高频心电图	47
六、信号平均心电图与心室晚电位	47
七、心外膜电位的动态标测	48
八、心电峰值标测图	48

第二章 血流动力学监测	50
第一节 动脉压监测	50
一、动脉血压组成成分及其意义	51
二、无创血压	52
三、有创血压	52
第二节 中心静脉压监测	56
一、适应证	56
二、禁忌证	56
三、临床意义	57
四、波形分析	58
第三节 肺动脉压监测	65
一、适应证和禁忌证	65
二、肺动脉压监测	66
三、肺动脉导管波形分析	69
四、临床应用和意义	73
第四节 心排血量监测	74
一、无创伤性心排血量监测	74
二、有创性心排血量监测	79
三、心排血量监测的临床意义	82
四、心排血量监测的新进展	83
第五节 肺动脉导管监测的进展	85
一、连续心排血量	86
二、右心室舒张末容量	86
三、右心室射血分数	88
四、混合静脉血氧饱和度	89
第三章 脉搏血氧饱和度的监测	92
第一节 监测原理及临床意义	93
一、定义及临床意义	93
二、监测原理	93
三、临床应用	95
第二节 传统 SpO_2 误差及新一代数字血氧技术	97
一、传统 SpO_2 精确度和生理学局限性	97
二、传统 SpO_2 常见误差的原因	98
三、新一代脉搏血氧饱和度仪	99
第四章 呼吸功能监测	104
第一节 通气功能监测	105
一、静息肺容量	105

二、动态肺容量	106
三、小气道功能	107
四、弥散功能	109
五、围术期通气功能监测	111
第二节 通气效应监测	113
一、氧测定	113
二、二氧化碳的测定	120
第三节 呼吸末二氧化碳监测	123
一、定义及临床意义	123
二、监测仪原理	124
三、CO ₂ 波形	125
四、影响因素	131
五、临床应用和局限性	133
第四节 经皮氧分压和二氧化碳分压监测	133
一、经皮氧分压监测	133
二、经皮二氧化碳分压监测	135
第五节 经结膜氧分压监测	136
一、原理与方法	136
二、正常值及临床应用的优点	136
三、局限性	136
第五章 呼吸力学的监测	138
第一节 呼吸机制	138
一、呼吸压力	139
二、肺顺应性	139
三、机械通气时的顺应性及阻力	142
四、呼吸功	145
第二节 气道力学的监测	148
一、浅快呼吸法	148
二、旁气流连续气道监测	151
第三节 围术期的呼吸监测	159
一、麻醉期间的呼吸监测	159
二、术后呼吸监测	164
三、ICU 呼吸衰竭监测	164
第六章 水、电解质、酸碱平衡和血气监测	169
第一节 水、电解质平衡监测	169
一、水和电解质调节	169
二、体液和电解质紊乱及临床监测	175

第二节 酸碱平衡监测·····	188
一、酸碱平衡基本概念·····	189
二、酸碱平衡监测·····	196
第三节 血气分析·····	211
一、血气分析基本原理·····	211
二、血气分析的常用参数正常值及意义·····	215
三、血气分析进展·····	218
第七章 脑功能监测·····	228
第一节 脑电监测·····	228
一、脑电监测的方法及原理·····	229
二、脑电监测指标的临床评价·····	242
第二节 脑血流监测—经颅多普勒超声·····	247
一、TCD 原理和方法·····	247
二、TCD 脑血流监测在围术期的应用·····	251
第三节 脑氧饱和度监测·····	254
一、脑近红外光谱仪的基本原理·····	255
二、脑近红外光谱仪监测的方法·····	257
三、脑近红外光谱仪的应用·····	261
四、脑近红外光谱仪监测的评价·····	267
第四节 颅内压监测·····	268
一、颅内压监测方法·····	268
二、颅内压监测分析·····	272
第八章 经食管超声心动图监测·····	277
第一节 术中经食管超声心动图监测·····	277
第二节 术中食管超声的临床应用·····	279
一、美国心脏学会和美国超声学会(AHA/ASE)推荐的食管 超声适应证·····	280
二、血流动力学监测·····	280
三、预测心肌存活·····	285
四、诊断心血管畸形,指导治疗方案·····	285
第三节 术中心血管超声监测的进展·····	286
一、术中经食管三维超声·····	286
二、超声造影·····	287
三、组织多普勒成像(TDI)·····	287
四、心血管内超声·····	287
第九章 体温监测·····	289

第一节 体温的生理基础·····	289
一、机体的产热与散热·····	290
二、体温的调节·····	291
第二节 体温监测方法·····	292
一、体温监测技术·····	292
二、测温部位·····	295
第三节 体温监测的临床意义·····	297
一、影响围术期体温变化的因素·····	297
二、围术期体温控制·····	304
三、体温监测的临床价值·····	306
第十章 神经肌肉传递功能的监测·····	309
第一节 神经肌肉传递功能与监测·····	309
一、NMJ 的结构与功能·····	309
二、肌松药作用机制·····	313
三、NMT 监测与基本原理·····	315
第二节 肌松监测仪·····	316
一、肌松监测仪基本结构与分类·····	316
二、神经刺激器与电刺激参数·····	318
三、传感器与前置放大器·····	320
四、其他附属结构与人-机连接·····	321
五、特殊改良式肌松监测仪·····	322
第三节 NMT 监测方法·····	323
一、单刺激与强直刺激·····	324
二、四次成串刺激·····	326
三、强直刺激后计数和强直后单爆发刺激·····	328
四、双重爆发刺激·····	330
五、临床估测法·····	332
第四节 程序控制给药与肌松监测·····	332
一、开环程序控制给药与肌松监测·····	333
二、闭环程序控制给药与肌松监测·····	333
第五节 影响 NMT 监测的因素·····	333
一、人-机连接界面与参照值校准时机的影响·····	334
二、中心体温与受检部位温度的影响·····	334
三、各种刺激反应方式间的相互影响·····	335
四、神经肌肉阻滞恢复过程中 T1、TR 值过高或不能恢复至参照值的 常见因素·····	336
第十一章 凝血功能监测·····	337

第一节 凝血机制·····	338
一、凝血过程 ·····	338
二、凝血过程的相关因素及各种凝血物质 ·····	338
第二节 围术期凝血功能异常的常见原因·····	342
一、血小板减少或功能不全 ·····	342
二、肝功能不全 ·····	342
三、麻醉对血细胞凝集的影响 ·····	343
四、血液稀释与大量输血对凝血功能的影响 ·····	343
五、术中用药对凝血功能的影响 ·····	343
六、特殊手术因素的凝血障碍 ·····	345
第三节 传统的实验室检查项目·····	346
一、出血时间 ·····	346
二、血小板计数 ·····	346
三、凝血酶原时间 ·····	346
四、凝血酶时间 ·····	347
五、部分凝血活酶时间 ·····	347
六、D-二聚物/纤维蛋白裂解产物 ·····	347
七、激活凝血时间 ·····	347
第四节 凝血弹性图仪检测·····	348
一、凝血弹性图仪原理 ·····	348
二、TEG 图形及其相应参数·····	349
三、TEG 临床检测图形表现·····	350
四、凝血弹性图与传统的实验室检查的主要区别 ·····	350
五、TEG 检测的临床应用 ·····	351
第五节 Sonoclot 凝血功能监测·····	354
一、绪论 ·····	354
二、临床应用 ·····	356

要点:

1. 标准肢体导联和加压单极肢体导联是常规导联;另外还有右胸导联、后壁导联、改良的 CL 导联、Lewis 导联、食管导联、气管导联、心内导联等特殊导联。

2. 心肌缺血为相对于心肌氧需的氧供下降,缺乏足够的血流亦不利于清除有害的代谢产物。围术期心肌缺血监测,心电图是最常用和最方便的监测手段,其心电图改变包括 ST 段改变、T 波变化、U 波的改变及心电图一过性变化。

3. 心肌梗死是在冠状动脉病变的基础上,发生冠状动脉血供急剧减少或中断,使相应的心肌严重而持久地急性缺血所致。其心电图的改变为坏死型、损伤型和缺血型改变三者的合并。除有特征性心电图改变外,其图形演变对诊断具有重要意义。

4. 围术期常见的窦性心律失常有窦性心动过速、窦性心动过缓、窦性心律不齐、窦房结内游走性心律及窦性停搏,其心电图各有特征。

5. 围术期常见的房性心律失常有房性早搏、阵发性房性心动过速、非阵发性房性心动过速、心房扑动、心房颤动、紊乱性房性心律失常及房性逸搏和房性逸搏心律,应掌握其典型的心电图改变。

6. 房室交界性心律失常异位搏动起源于交界区,包括交界区早搏、阵发性交界区心动过速、非阵发性交界区心动过速、交界区内游走心律、交界区逸搏及交界区逸搏心律。

7. 室性心律失常异位起搏点来源于心室,包括室性早搏、室性心动过速、心室扑动和心室颤动等。多见于器质性心脏病及其他病理状态。

8. 心脏传导阻滞是激动不能下传,包括窦房阻滞、房内阻滞、房室传导阻滞和室内传导阻滞。特别是一度,二度,三度房室传导阻滞和左右束支阻滞,应掌握其典型的心电图特征。

9. 心律失常的心电图诊断步骤最重要的是找出明显 P 波,找出 P 波的规律,找出 QRS 波群之间的规律,找出 P 波与 QRS 波群之间关系的规律,综合分析得出正确诊断。

10. 原发性电疾患会产生不良后果,出现一些典型心电图改变,包括 Brugada 综合征、特发性长 Q-T 综合征、特发性 J 波、T 波电交替、Epsilon 波及短 Q-T 综合征。

麻醉手术期间由于各种原因容易导致循环系统方面的紊乱,发生心血管事件,同时麻醉手术病人术前合并有冠心病及其他心脏疾病,需术中电监测。因此围术期心电图监测是保证循环功能稳定的重要手段之一,能及时发现心肌缺血和心律失常等,避免严重意外发生。目前已成为围术期麻醉手术病人必需的一项常规监测方法。

第一节 心电监测的基础知识

一、心电产生的基本原理

在心脏发出机械收缩之前,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,即形成心电图。

(一) 心肌细胞膜电位

1. 静息膜电位 心肌细胞在静息状态下,细胞外的电位为 0,细胞内电位约为 -90mV ,形成电位差,也称为极化状态(图 1-1)。

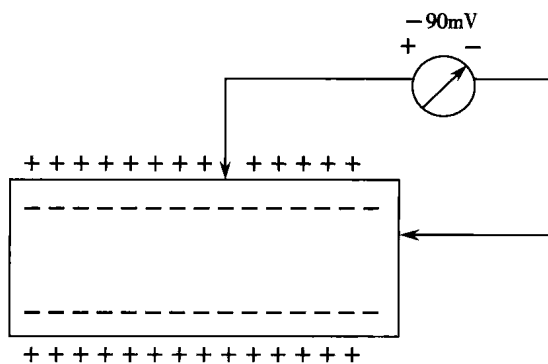


图 1-1 静息膜电位

2. 动作电位 心肌细胞受到一定程度的刺激时,细胞膜通透性发生改变,膜电位发生逆转,膜电位由 -90mV 变为 $+30\text{mV}$,膜外由正电位变为负电位,这一过程称除极化过程(图 1-2)。

(二) 双相动作电位

1. 除极过程 在细胞膜内外表面上带有电量相等的异性电荷,安静状态亦称极化

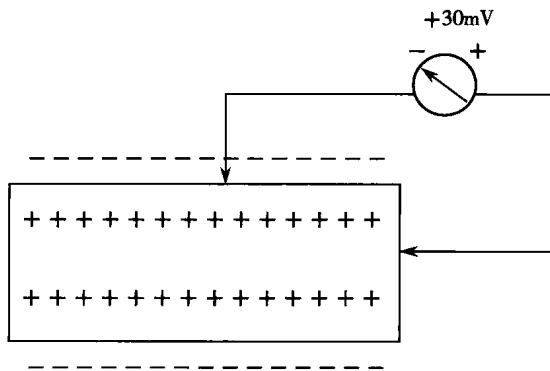


图 1-2 动作电位

状态。如将电流计的两极放在纤维的两端,在电路中不出现电流;如刺激纤维的两端使之兴奋,则两端膜电位立即发生逆转,膜内电位由负电位转变为正电位,膜外电位由正电位变为负电位,称除极化过程。此时甲乙两端产生电位差,电流计中有电流通过,而记录下电流曲线。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,这时不产生电流,指针回到零点,所记录的电流曲线就回到基线上(图 1-3)。

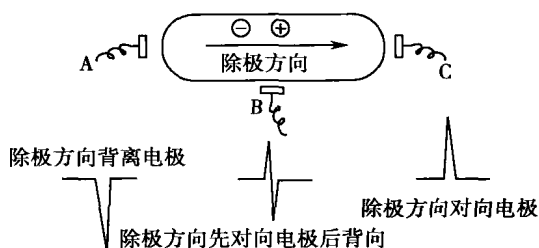
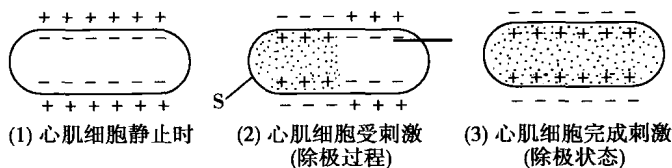


图 1-3 心肌细胞受刺激后的除极过程以及所产生的电位与检测电极位置的关系

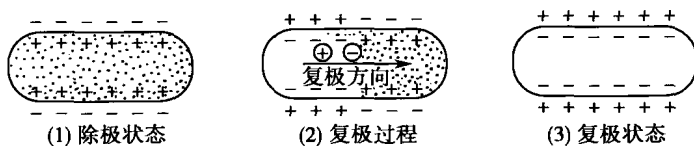


图 1-4 心肌细胞复极过程

2. 复极过程 复极过程与除极过程相反,膜电位恢复,膜内电位由正转为负,膜外电位由负电位转为正电位。复极时面向正电荷,其前端为负电荷,也就是说,在除极过程中,电源在前,电穴在后;而复极时相反,所以所记录电流曲线与除极相反(图 1-4)。

(三) 膜电位的离子理论

膜电位主要由两种因素决定:

1. 细胞膜内外各种离子的浓度不同。
2. 安静状态与兴奋状态时,膜对不同离子的通透性不同。

(四) 探查电极的位置与波形的关系

因探查电极的位置不同,而所得波形也就各不相同,在体表各部位得出的心电图形也就不同(图 1-5)。

1. 向上波形;

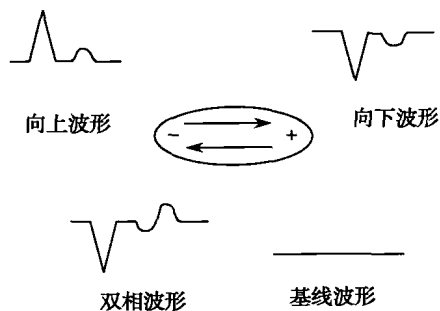


图 1-5 探查电极的位置与波形的关系

2. 向下波形；
3. 双相波形；
4. 基线波形。

(五) 心脏传导系统组织

心脏传导系统组织是由一小部分特殊的纤维组成,起着产生冲动和传导冲动的特殊作用。开始于窦房结,通过结间束至房室结,到希氏束向下分左右束支,最后分成细小的分支形成浦肯野纤维(图 1-6)。

心脏激动传导按一定的顺序进行,如图 1-7。

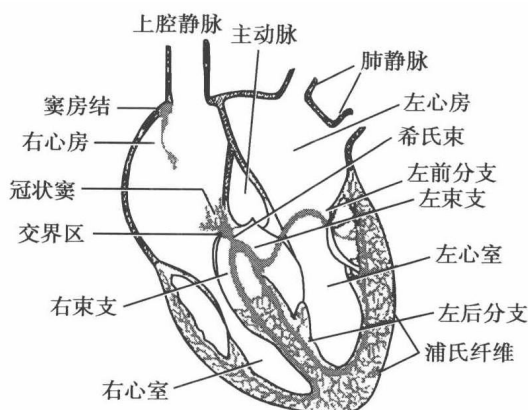


图 1-6 心脏的传导系统

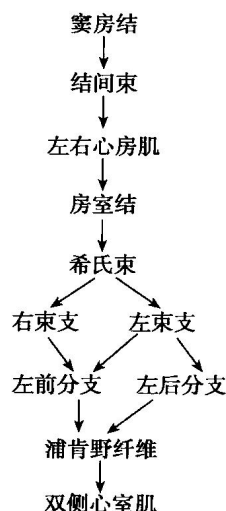
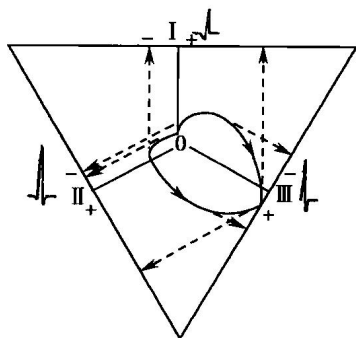


图 1-7 心脏激动正常传导顺序

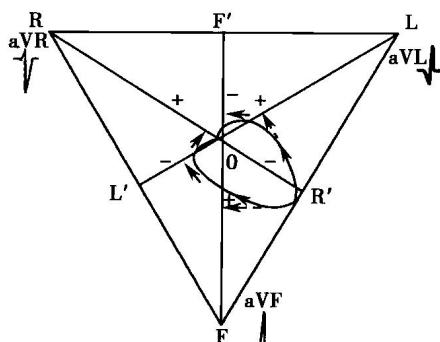
(六) 心电向量

心房、心室除极或复极过程中产生无数的电动力,使一定方向、不同大小的量向机体各部传播,称心电向量。心电图是空间心电向量环在相关平面上的投影而成。

P、QRS、T 波的形成,如图 1-8。



心电向量环在标准肢体导联轴上的投影
—标准肢体导联 QRS 波群形成图解



心电向量环在单极肢体导联轴上的投影
—单极肢体导联 QRS 波群形成图解

图 1-8 P、QRS、T 波的形成

二、心电监测的基本方法

(一) 临床应用电极和导联

1. 常规导联

(1) 标准肢体导联(双极肢体导联):

- 1) I 导:左上肢(+),右上肢(-)。
- 2) II 导:左下肢(+),右上肢(-)。
- 3) III 导:左下肢(+),左上肢(-)。

II 导联是围术期最常用的监护导联,能够较好地显示心电图形,可发现左心室下壁的心肌缺血。

(2) 加压单极肢体导联:①aVL-左上肢;②aVR-右上肢;③aVF-左下肢。aVF 最容易反映左心室下壁的心肌缺血。

(3) 胸前导联

- 1) V_1 电极置于胸骨右缘第 4 肋间。
- 2) V_2 电极置于胸骨左缘第 4 肋间。
- 3) V_3 电极置于 V_2 与 V_4 导联之间。
- 4) V_4 电极置于第 5 肋间左锁骨中线。
- 5) V_5 电极置于 V_4 导联同一水平左腋前线处。
- 6) V_6 电极置于 V_4 导联同一水平左腋中线处。

V_{4-6} ——监测左前降支及回旋支冠脉支配的心肌,围术期常用 V_5 (图 1-9)。

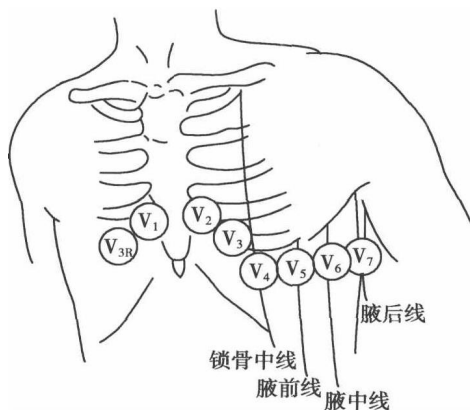


图 1-9 胸前导联探查电极的位置

2. 特殊导联

(1) 右胸导联:将探查电极置于右胸壁相当于 $V_3 \sim V_6$ 的部位。对右室肥厚、右位心及右室梗死有较大的诊断价值。

(2) 后壁导联:将探查电极置于左腋后线、左肩胛线及后正中线上,与 V_4 、 V_5 、 V_6 导联同一水平,称 V_7 、 V_8 、 V_9 导联,对诊断后壁心肌梗死有辅助价值。

(3) 改良的胸部监护导联(Modified chest lead, MCL 导联):对标准双极肢体导联有各种改良方法,主要有 MCL、 CS_5 、 CB_5 、 CM_5 和 CC_5 等。目的是试图增大 P

波的高度,利于诊断房性心律失常,增加 ECG 监测前壁和侧壁心肌缺血的敏感性。

1) MCL_1 导联:正极置于 V_1 位置,负极置于左肩附近。其特点是与 V_1 导联结构相类似,具有以下优点:能够清楚地显示 P 波,因该导联向量垂直于 P 电轴,故窦性 P 波常为双相(一般先正后负)而逆行 P 波直立,因此 MCL_1 导联能较好地反映异位心房节律(如房颤、房扑),有助于鉴别室上性和室性心律失常。能鉴别室性异位搏动来源于右室抑或左室。易显示右束支阻滞图形,有助于区别左或右束支传导阻滞。能鉴别出