

(第二版)

心电图学

ELECTROCARDIOGRAPHY

下卷

陈清启 主编



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

(第二版)

心电图学

ELECTROCARDIOGRAPHY

下卷

陈清启 主编

 山东科学技术出版社

编委会名单

- 主 编** 陈清启 青岛大学医学院附属医院心内科教授
汕头大学医学院第一附属医院客座教授
- 副 主 编** 何秉贤 新疆医科大学第一附属医院心内科教授
郭继鸿 北京大学人民医院心内科教授
吴 祥 浙江大学医学院附属二院心内科教授
刘仁光 辽宁医学院附属第一医院心血管病研究所所长、心内科教授
杨庭树 中国人民解放军总医院心内科教授
卢喜烈 中国人民解放军总医院心电图室主任
王志毅 天津医科大学总医院心电室主任
谭学瑞 汕头大学医学院第一附属医院心内科教授
方丕华 北京阜外心血管病医院心内科教授、心功能科主任
于小林 青岛大学医学院附属海慈医院心功能科主任、教授
王永权 中国医科大学第一附属医院心电科主任
李自普 青岛大学医学院附属医院小儿心内科教授
张雪娟 青岛大学医学院附属医院心内科副教授
- 常务编委** (按姓氏拼音为序)
- 陈元禄 天津泰达心血管病医院电生理科主任、教授
崔俊玉 北京军区总医院心内科主任、教授
何方田 浙江邵逸夫医院心电图室主任
洪 葵 南昌大学第二附属医院心内科主任、教授
黄织春 内蒙医科大学附属医院心内科教授
贾邢倩 新疆自治区医院心电科主任、教授
姜治忠 北京阜外心血管病医院心内科教授
李 俊 青岛市立医院心电图室主任
李方洁 北京望京医院心内科教授
李忠杰 浙江省人民医院心电科主任、教授
刘 霞 上海复旦大学瑞金医院心电图室主任、教授
卢才义 中国人民解放军总医院教授
王红宇 山西医科大学第二附属医院心功能科主任、教授
王东明 汕头大学医学院第一附属医院心内科教授
魏经汉 河南医科大学第一附属医院心内科教授
尹彦琳 北京阜外心血管病医院心功能科
鱼运寿 浙江宁波市第一人民医院心电科主任、主任医师
张海澄 北京大学人民医院心内科教授

编者 (按姓氏拼音为序)

曹东方 北京阜外心血管病医院心功能科
陈 刚 日照市人民医院
陈 静 南昌大学第二附属医院心电科主任
胡金柱 南昌大学第二附属医院
李俊伟 山西医科大学第二附属医院
李乔华 湖南湘雅医学院附属医院教授
梁德才 济南军区青岛第一疗养院主任医师
刘 芳 天津泰达心血管病医院
鲁 端 浙江邵逸夫医院教授
马向荣 中国解放军 466 医院
牟延光 潍坊市第一医院心内科
聂娜娜 青岛大学医学院附属医院
齐洪涛 青岛大学医学院第二附属医院心电科主任
陶晓娟 北京阜外心血管病医院心功能科
田嘉伟 青岛大学医学院附属医院
王彩星 山西医科大学第二附属医院
王凤秀 新疆自治区医院心电科教授
王高频 辽宁医学院附属第一医院
王建勇 天津泰达心血管病医院
魏太星 河南医科大学第一附属医院心内科教授
向晋涛 中国心脏起搏与心电生理杂志
辛 辉 青岛大学医学院附属医院心电诊断科主任
徐兆龙 辽宁医学院附属第一医院
杨国杰 河南医科大学第一附属医院
伊 婕 青岛市崂山区医院心内科
张 翀 桂林医学院附属医院
张建义 桂林医学院附属医院心内科主任、教授
张文博 滨州医学院附属医院心内科教授
张夏林 北京康复医院副主任医师
赵 晖 青岛大学医学院附属医院心电诊断科副主任
赵 丹 天津泰达心血管病医院
赵春玲 天津泰达心血管病医院
赵 青 青岛大学医学院附属医院心内科副教授
郑方胜 青岛大学医学院附属医院心内科教授
周 慧 南昌大学第二附属医院

主编助理 辛 辉 赵 晖 伊 婕 牟延光 齐洪涛



目 录

下 卷

第四十五章 心电图特殊波	1079	第四十七章 心房扩大与心室肥大	1134
第一节 J波(osborn波)	1079	第一节 心房扩大	1134
第二节 U波	1085	第二节 心室肥大	1134
第三节 Epsilon波	1087	第四十八章 心包炎、心肌炎与心肌病	1140
第四节 Delta波	1088	第一节 心包炎	1140
第五节 Brugada波	1090	第二节 心肌炎与心肌病	1140
第六节 Niagara瀑布样T波	1091	第四十九章 先天性心脏病	1146
第七节 Lambda波	1093	第五十章 药物作用及电解质紊乱对心电图	
第八节 非梗死性Q波	1094	的影响	1147
第九节 Wolff波	1098	第一节 洋地黄类引起的心律失常	1147
第十节 QRS碎裂波	1099	第二节 其他药物与心律失常	1148
第十一节 CFAE电位(心房碎裂波)与		第三节 电解质紊乱对心电图的	
肌袖房性心律失常	1104	影响	1149
第十二节 Pardee波	1105	第五十一章 小儿心律失常	1150
第十三节 喜马拉雅P波	1106	第一节 概述	1150
第十四节 QRS波群丑征	1107	第二节 窦性心律失常	1155
第十五节 圆顶尖角T波	1108	第三节 期前收缩	1158
第十六节 圆顶尖峰型P'波	1109	第四节 阵发性心动过速	1159
第十七节 巨R波	1110	第五节 扑动和颤动	1163
第十八节 窄高QRS波	1111	第六节 心脏传导阻滞	1163
第十九节 同源心室分离波	1113	第七节 预激综合征	1167
第二十节 交感肺型P波	1113	第八节 全身性疾病引起的	
第二十一节 巨大T波	1114	心律失常	1168
第五篇 小儿心电图	1117	第九节 其他原因引起的心律失常	1173
第四十六章 小儿心电图概论	1119	第五十二章 小儿心电向量图	1176
第一节 小儿心电图检查指征	1119	第五十三章 胎儿心电图	1178
第二节 小儿心电图描记注意事项	1120	第一节 胎儿心电图描记方法	1178
第三节 小儿心电图特征及其正常		第二节 正常胎儿心电图	1179
参考值	1122	第三节 异常胎儿心电图	1181
第四节 小儿心电图分析方法	1129		



第六篇 心电图鉴别诊断及复杂、疑难

心电图的阅读与分析 1183

第五十四章 心电图各波段异常的鉴别

诊断 1185

第一节 P波异常的鉴别诊断 1185

第二节 P-R间期异常 1195

第三节 Q波异常 1199

第四节 QRS波群异常 1214

第五节 ST段异常 1226

第六节 T波异常 1234

第七节 Q-T间期异常 1239

第八节 U波异常的鉴别诊断 1240

第五十五章 房室肥大的鉴别诊断 1242

第一节 心房肥大的鉴别诊断 1242

第二节 心室肥大的鉴别诊断 1243

第三节 双侧心室肥大的鉴别诊断 1244

第五十六章 非梗死Q波的鉴别诊断 1245

第一节 心脏病变引起的Q波 1245

第二节 非心脏原因引起的Q波 1247

第五十七章 心律失常的鉴别诊断 1249

第一节 P波形态多变的鉴别 1249

第二节 提早出现的心搏 1250

第三节 延迟出现的心搏 1256

第四节 心率缓慢而规则 1256

第五节 心率快而不规则 1258

第六节 心室律不整 1260

第七节 房性二联律 1262

第八节 室性二联律 1263

第九节 P波与QRS波群完全

无关 1264

第五十八章 现代诊疗技术在心电图鉴别

诊断中的应用 1265

第一节 动态心电图 1265

第二节 食管导联心电图 1267

第三节 食管心房调搏术 1267

第四节 心脏固有频率测定 1270

第五节 窦房结心电图 1270

第六节 希氏束电图 1271

第七节 体表心脏等电位标测图 1273

第八节 心腔内心电图 1273

第九节 心室晚电位 1273

第五十九章 心电图试验在心电图鉴别诊断

中的应用 1275

第一节 阿托品试验 1275

第二节 异丙基肾上腺素试验 1276

第三节 按压颈动脉窦试验 1276

第四节 心得安试验 1278

第五节 心电图运动负荷试验 1278

第六十章 复杂、疑难心电图的阅读

与分析 1281

第一节 复杂、疑难心电图分析

方法 1281

第二节 复杂、疑难心电图梯形图诊断

技术及应用 1285

第三节 宽QRS波群心动过速的诊断

与鉴别诊断 1311

第四节 快速识别宽QRS心动过速为

室性心动过速简易五步法 1323

第五节 心电散点图呈现的房室结功能

不应期及对宽QRS波的鉴别 1325

第六节 窄QRS波群心动过速的诊断

与鉴别诊断 1331

第七节 房室结及折返径路内双径路、

多径路传导的心电图分析 1349

第八节 特殊类型的室性期前收缩 1357

第九节 心电图二联律伴发特殊心电

现象的分析 1361

第十节 并行心律伴发特殊心电现象的

分析 1365

第十一节 心房颤动心电图分析的难点

解析 1372

第十二节 心电图长间歇伴心电特殊

现象的解析 1375

第十三节 房室交接性逸搏伴多种心电

现象的解析 1384

第十四节 双侧束支主干部阻滞心电图

分析方法 1393

第十五节 复杂窦房、房室传导阻滞

心电图分析方法 1403

第十六节 预激综合征中复杂、疑难心

电图的分析方法与技巧 1405

第十七节 高血钾症复杂心电图



分析	1413	第九节	动态心电图诊断中常见的一些问题	1591
第十八节 急性心肌梗死不典型心电图分析方法与判读	1423	第十节	植入式 Holter	1597
第十九节 复杂心电现象心电图的分析方法及技巧	1432	第六十三章	心脏负荷试验	1599
第二十节 心律失常的诊断误区	1450	第一节	运动负荷试验	1599
第二十一节 动态心电图在复杂疑难心电图分析中的应用	1456	第二节	心脏药物负荷试验和其他负荷试验	1623
第七篇 起搏、动态、运动、电生理心电图及派生心电图	1459	第三节	儿童负荷试验	1627
第六十一章 起搏心电图	1461	第六十四章	电生理检查及电生理心电图	1633
第一节 心脏起搏基础	1461	第一节	无创电生理检查及电生理心电图(见第六十六章)	1633
第二节 人工心脏起搏器植入技术	1487	第二节	有创心内电生理检查及心腔内心电图	1633
第三节 起搏心电图分析技术及注意事项	1490	第三节	窦房结电图	1640
第四节 起搏心电图图形	1495	第四节	希氏束电图	1641
第五节 单腔起搏器心电图	1517	第五节	单相动作电位	1645
第六节 双腔起搏器心电图	1526	第六节	心脏刺激术	1650
第七节 频率适应性起搏器心电图	1539	第七节	心脏介入诊断及治疗中的心电图	1652
第八节 生理性起搏心电图	1541	第六十五章	心电监测与远程心电监测技术	1661
第九节 起搏故障心电图	1543	第一节	各种心电监测技术	1661
第十节 与起搏器有关的心律失常	1554	第二节	心电信息管理网络及技术	1674
第十一节 人工心脏起搏器的选用原则及进展	1562	第六十六章	食管导联心电图和食管心脏电生理检查	1680
第十二节 起搏器的程控及遥测简介	1564	第一节	食管导联心电图	1680
第十三节 起搏器与临床	1565	第二节	食管心脏电生理检查技术	1682
第六十二章 动态心电图	1566	第三节	心脏不应期测定	1685
第一节 动态心电图的产生和发展	1566	第四节	窦房结及房室交接区功能检测	1687
第二节 动态心电图检查的临床应用和适应证选择	1569	第五节	房室结双径路及多径路检测	1690
第三节 动态心电图系统的设备与基本技术指标	1578	第六节	预激综合征电生理检查	1694
第四节 如何防止动态心电图的干扰与伪差	1579	第七节	阵发性折返性室上性心动过速	1698
第五节 动态心电图的编辑	1580	第八节	常见的电生理现象	1706
第六节 动态心电图报告书写	1581	第九节	食管心脏电生理检查诊断心律失常的优点与不足	1711
第七节 动态心电图新技术及临床应用	1582	第六十七章	经食管心脏起搏及电复律	1717
第八节 无症状性心肌缺血的动态心电图诊断	1590	第一节	经食管心脏负荷试验	1717
		第二节	经食管心室起搏	1717



目 录

第三节	经食管心脏电复律	1719	第三节	心电图报告的出具及阅读 ...	1831
第六十八章	派生心电图	1721	第四节	临床心电图数据库的建立 ...	1836
第一节	正交导联心电图	1721	第五节	心电图诊断名词、术语规范化 建议	1836
第二节	立体心电图	1724	第六节	心电图正常值范围概念 更新	1837
第三节	心率变异性	1726	第七节	计算机心电图自动诊断 的认识	1837
第四节	高频心电图临床应用 及研究	1741	第八节	注意心电图的个体差异	1838
第五节	信号平均心电图与心室晚电位的 临床应用	1754	第九节	心电图诊断失误的原因分析及 对策	1839
第六节	频谱心电图	1758	第七十三章	心律失常的心电图与临床 ...	1842
第七节	压力感受器敏感性测定 及应用	1762	第一节	心电图判断良恶性室性心律失常 的价值	1842
第六十九章	心磁图	1764	第二节	病理性与功能性室性期前收缩的 鉴别诊断和处理	1843
第一节	仪器与检测方法	1764	第三节	恶性心律失常的心电图 与临床	1854
第二节	心磁图的特点	1768	第四节	无创心电技术预测恶性心律失常 及心脏性猝死	1857
第三节	正常心磁图	1768	第五节	心室电风暴	1861
第四节	心磁图的临床应用	1771	第六节	自主神经与心律失常	1863
第五节	评价与展望	1798	第七节	房室交界区和束支不应期在体表 心电图的测定	1865
第七十章	心电散点图	1800	第八节	不需要治疗的心律失常	1867
第一节	概述	1800	第九节	抗心律失常药物的致心律失常 作用	1870
第二节	非线性混沌理论	1800	第七十四章	心肌缺血、心肌梗死的心电图与 临床	1873
第三节	混沌与心电学的结合	1802	第一节	心电图预测急性心肌梗死相关 血管的价值	1873
第四节	心电散点图的发展	1803	第二节	临床心肌缺血与心电图	1875
第五节	心电散点图基础	1805	第三节	巨 R 形 ST 段抬高的特性 及其临床意义	1878
第六节	窦性心律的散点图	1809	第四节	急性心肌梗死猝死预警 心电图	1881
第七节	心律失常的心电散点图	1810	第七十五章	心脏移植与心电图	1885
第八节	疑难动态心电图的散点图 分析	1815	第七十六章	ST-T 改变的临床问题	1898
第九节	心电散点图软件	1818	第七十七章	起搏器与临床	1907
第七十一章	心电治疗技术与心电图	1819	第一节	植入起搏器的适应证	1907
第一节	心脏起搏术	1819	第二节	起搏器安装技术的常见并发症 及其处理	1908
第二节	射频消融术	1819			
第三节	电除颤与电转复术	1819			
第四节	24 小时动态血压监测的临床应用	1822			
第八篇	心电图与临床	1827			
第七十二章	心电图临床诊断中的 几个问题	1829			
第一节	概述	1829			
第二节	心电图临床应用适应证 选择	1830			



附 录	1911
附录 1. 心电图心率推算表.....	1911
附录 2. 肢体导联六轴系统坐标图.....	1912
附录 3. 心电轴换算指数.....	1913
附录 4. 目测心电轴示意图.....	1914
附录 5. 各年龄组正常 P-R 间期的最 高限度(S)	1914
附录 6. 小儿各年龄组的平均心率及最小 及最大幅度.....	1914
附录 7. 小儿 P-R 间期随年龄和心率 变化正常范围(S)	1915
附录 8. 心电图各波段正常值.....	1915
附录 9. 小儿各年龄组 Q-T 及 Q-Tc 的平均值及最大值.....	1916
附录 10. DCG24 小时心率正常	

范围	1917
附录 11. 食道调搏法心脏电生理检查 诊断参考值	1917
附录 12. 运动试验年龄与最大心率 相关表	1917
附录 13. 不同心率时 Q-T 间期的 正常值	1918
附录 14. 心动周期、心率与 Q-T 间期正常 最高值对照表	1918
附录 15. 不同年龄组儿童 P、QRS、T 波 的平均电轴	1919
中文索引	1920
英文索引	1952
参考文献	1960

心电图特殊波

第一节 J 波 (osborn 波)

心电图上从 QRS 波急转为 ST 段的连接点称之为 J 点 (J Point), 它标志着心室除极结束和心室复极开始。在心脏正常情况下, 心室最后除极和心室最早复极之间存在着共同过渡区, 在人体重叠时间约 10 ms。倘若 J 点从基线移位则称 J 点偏移, 常见于过早复极及综合征过早复极、急性心

肌缺血、心包炎和束支传导阻滞等。如 J 点偏移呈特殊圆顶或驼峰状时称之为 J 波 (wave J) (图 45-1)。文献报道 J 波命名甚多, 诸如驼峰征、Osborn 波、晚期预激波、低温波、低温驼峰状、J 点波以及 K 波等, 但命名为 J 波更合适且通用。

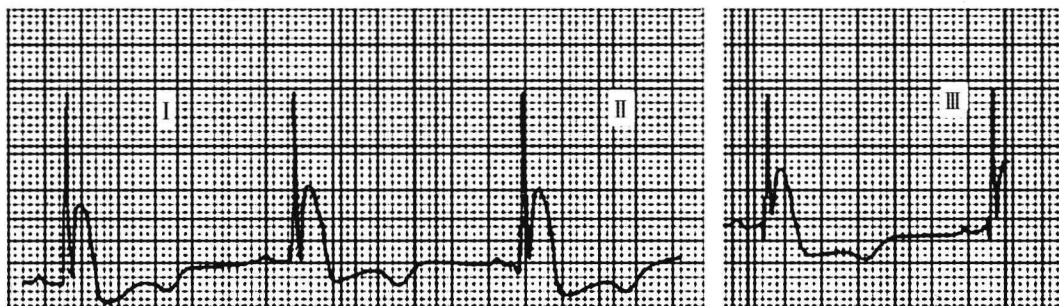


图 45-1 J 波示意图

一、J 波研究的历史

1920 年和 1922 年 Krause 等进行犬血钙浓度实验, 首次提出高血钙 J 点变化。1938 年, Tomaszewski 首次报道 1 例意外低体温患者 QRS 波与 ST 段交接处呈现额外有缓慢偏移, 作者称之为低温波; 1940 年 Kossmann 也注意到低体温患者有类似心电图变化。1943 年 Grosse - Brockhoff 和 Schoedel 在犬实验中发现一种特殊“室内传导阻滞”与 J 波相似, 1952 年 Bigelow 等和 Juvenelle 等

报道低体温患者相似心电图变化是由于心肌缺氧所致, 并命名为 J 波。1953 年 Osborn 对此更深入研究, 认为 J 波是一种损伤电流 (后人称 Osborn 波); 并在犬实验中证实该损伤电流与酸中毒有关, 当动脉血 pH 恢复正常后 J 波亦随之消失。直至 1958 ~ 1959 年 Emslic - Smith 等研究表明, J 波形成与酸中毒无关。后来, Okada 等对 50 例意外低温患者研究指出机体酸中毒时不会出现 Osborn 波。1959 年 West 等从犬实验中证实, 低体温下心表动作电位呈尖峰、圆顶状 (spike and dome, S



第四篇 常见心电现象、心电图部分相关概念及心电特殊波

& D),但随着心率增快而易消失。1984年 Douglas 等报道 1 例甲状旁腺良性瘤继发高钙血症患者心电图表现 J 点明显抬高;同年 Sridharan 等报道 1 例转移性鳞癌患者证实 J 波变化与血钙浓度升高有关,并提出 J 波变化是由于高浓度血钙选择性缩短心内膜下心肌动作电位 2 时相所致。

二、J 波形成机制

至今尚未完全阐明,有如下不同解释:① 心房复极波:最早提出 J 波是心房复极变化。但于房室交界性心律、心房颤动及完全性房室传导阻滞时,J 波仍然存在,故很快被否定。② 心室除极程序改变:激动从不同方向同步激动某部心肌组织形成额外除极波,即所谓心室晚期预激波。③ 神经肌肉间兴奋传递延缓:心脏激动从心内膜到心外膜神经肌肉间传导突然减慢,形成缓慢圆钝除极波。④ 室间隔基底部最后除极:室间隔基底部对寒冷刺激最为敏感,可使之传导延缓而造成心室最后除极。⑤ 除极与复极过程重叠:由于心室除极过程与复极过程不同程度延缓,致使两者重叠成为明显形成 J 波。⑥ 心室性期前收缩期复极或心室延迟除极。

目前认为,J 波的发生是由于心肌瞬时外向钾电流(I_{to})增加,内外膜电位差和复极离散度增大,心外膜心肌动作电位缩短而发生过早复极所致。二十世纪 80 年代末,Antzelevitch 在研究犬心室透壁电特性时,发现心外膜细胞动作电位 1 相与 2 相之间存在明显的切迹,而内膜却很小,同时发现心外膜存在较大的 I_{to} 。1994~2000 年 Yan Ganxin 等在经冠状动脉灌注的犬心肌组织电生理模型基础上,采用同步记录跨室壁内、中、外三层心肌细胞动作电位和跨室壁心电图的先进技术,观察三层心肌细胞动作电位和跨室壁心电图的相关性,发现心电图的 J 波和外膜心肌复极 1 相的“切迹”同步出现;在将灌注液温度降低到 29℃ 时,外膜层切迹更加突出,心电图的 J 波也明显增大。据此证明心电图 J 波和外膜切迹两者呈对应关系,表明外膜与中、内层心肌细胞动作电位在 1 相的电位差是 J 波形成的细胞电生理学基础(图 45-2)。J 波形成以后容易产生 2 相折返,引发室性心律失常。有学者认为,特发性异常 J 波的发生机制与 Brugada 波没有本质区别,属离子

通道异常性心电疾病。

继发性异常 J 波常与低温、高钙血症、神经源性疾病(如蛛网膜下腔出血、脑出血、脑挫伤、颈椎外伤或手术致颈交感神经损伤、脑死亡)等有关。

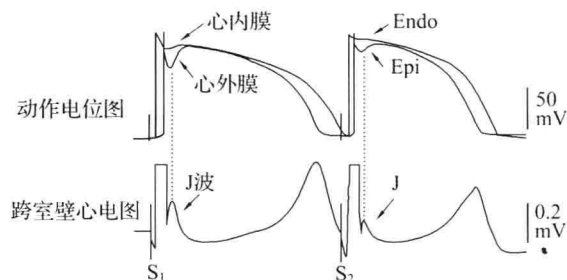


图 45-2 心电图的 J 波和外膜心肌复极 I 相的“切迹”同步出现,切迹越深,J 波越明显

三、J 波现象的细胞学基础

整个器官的病理生理变化是由组成该器官的细胞特性改变决定的,故要阐明低温对心脏影响,必须先了解低温对单个心肌细胞的影响。从单个心肌细胞水平看,调节离子流和微粒进出细胞或细胞器的各种膜蛋白对温度变化是敏感的,这些膜结合蛋白包括肌纤维膜、肌浆网膜和线粒体膜中的离子通道、泵和交换器(transporters)。当体温变化时通过不同方式影响着这些膜结合蛋白效能,诸如离子通道闸门(gating)的开启受着体温调节等。当体温下降时闸门开放状态时间缩短,通过该通道的离子流量减少。低体温对肌纤维膜上的 Ca^{2+} 通道的影响尤为明显,当体温下降 10℃ 时, Ca^{2+} (Ica)交换率将下降 3~6 倍,而 Na^{+} 和 K^{+} 离子交换率下降分别为 1.2 和 1.4 倍。导致 Ica 对温度变化特别敏感原因可能是温度变化对 Ca^{2+} 通道闸门的直接作用;或由于一些代谢过程对闸门的间接影响,如环磷酸腺苷(C-AMP)的磷酸化过程,包含着许多环化酶、激酶和磷酸化酶的作用,而这些代谢过程均随着体温下降而减慢。Ica 交换率降低,致使 Ca^{2+} 从细胞外进入细胞内减少;除了离子通道之外,心肌细胞还利用许多与膜蛋白结合的离子泵和交换器调节细胞内的离子浓度。这些包括埋藏于肌纤维膜、肌浆网膜和线粒体膜上的 $Na^{+}-K^{+}$ 泵的各种 Ca^{2+} 交换系统。正常情况下,心肌除极通过肌纤维膜上 Ca^{2+} 通道



的 Ca^{2+} 离子引起游离 Ca^{2+} —— $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 短暂升高;这种小量 $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 的升高促发肌浆网膜和线粒体膜上的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵的各种 Ca^{2+} 大量释放,此过程称为钙诱发钙的释放。在很大程度上这种肌浆网膜上的钙离子释放促使心肌收缩,一旦 $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 开始升高有好几种机制使其回降到控制水平。在这些机制中,某些方式如肌纤维和线粒体膜上的 Ca^{2+} 泵作用太慢,而 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 交换作用太小,故引起 Ca^{2+} 迅速下降主要取决于肌浆网膜上的 Ca^{2+} 的重摄取能力。但这一过程需要水解 ATP 供能,随着机体温度下降,与 ATP 水解起作用的 $\text{Ca}^{2+} - \text{ATP}$ 酶活性下降,ATP 水解受到抑制,肌浆网膜重摄取 Ca^{2+} 能力降低,导致胞质中游离钙浓度升高。

同样,肌纤维膜上的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵的活性亦受体温调节。在细胞内 Na^+ 和 Ca^{2+} 浓度正常情况下, $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 交换是将 Ca^{2+} 转出细胞外,而 Na^+ 传入细胞内,然后再通过 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵功能受抑制,于胞质内 Na^+ 浓度升高,结果通过 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 逆交换机制将 Na^+ 传出细胞外,而大量 Ca^{2+} 传入细胞内引起胞质内 Ca^{2+} 升高。

综上所述,在机体低温状态下,肌浆网膜上的 Ca^{2+} 泵和肌纤维膜上的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵的活性降低,两者均导致细胞内钙升高。已知心肌外膜组织(EPI)存在瞬间外向电流(I_{to}),且受着 Ca^{2+} 调节及体温影响。而心肌内膜组织(ENDO),却无 I_{to} 存在。由于这种贯穿性电压阶差,可在心电图上出现 J 波、随着 EPI 的 I_{to} 的增高,J 波亦更趋显著。如 Litovsky 和 Antzelevitch 采用微电技术观察刺激对离体犬 EPI 和 ENDO 的影响,记录两者的跨膜动作电位。于寒冷刺激时 EPI 的 I_{to} 增强,动作电位呈现尖峰、圆钝状(S&D),而 ENDO 仅表现动作电位早期有轻微变化,这种电压阶差在心电图上可描记明显 J 波;应用 I_{to} 阻滞剂 4-氨基吡啶(4-aminopyridine)可消除 EPI 的 S&D,J 波亦随即消失。故许多作者认为,EPI 的瞬间外间电流增强是形成 J 波的电生理基础。

四、J 波的特性

J 波大小由各导联中最显著 J 波的高度(mV)和宽度(s)的乘积表示,J 波特性为:

(一) J 波以 II 或 V_6 导联最常见 约占 85%,然而在深低温时常以 V_3 或 V_4 导联最明显。如 Okala 等报道 40 例低温性 J 波,并非所有导联均能显示,以下壁及左胸导联最为常见。而 aVL 导联最为少见(图 45-3),故如仅描记单个导联亦有可能漏诊。

(二) J 波极性为下向 但 V_1 和 aVR 导联 J 波多呈负向(图 45-3)。

(三) 低温性 J 波大小与体温呈负相关 体温在 30°C 以下时 J 波明显,体温在 30°C 以上时较小,且随着体温上升而逐渐减小,体温恢复正常后,J 波亦随即消失;但亦有少数病例 J 波可持续数周至数月之久,但 J 波一旦消失即不再重现。

(四) 心电图表现顺钟向转位时 J 波不明显

如在 Okada 等报道资料中 5 例体温低于 30°C ,J 波相对偏小,其中 4 例心电图呈现顺钟向转位,作者提出 J 波不明显原因可能与顺钟向转位有关。

(五) J 波空间平均向量指向前下略偏左,这可解释 J 波在下壁及左胸导联特别明显原因。

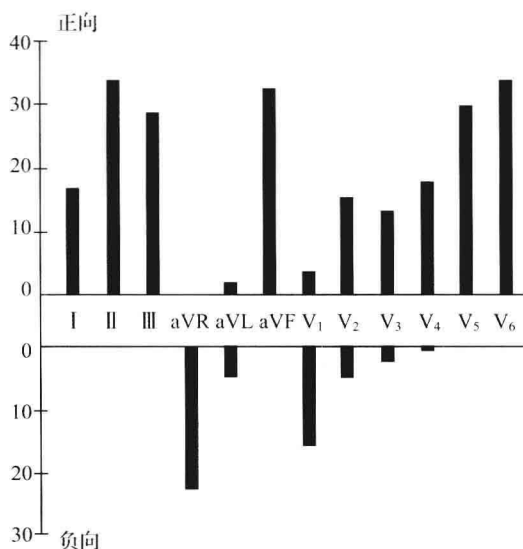


图 45-3 J 波极性及其常见导联

J 波的心电图诊断标准是 J 点抬高 ≥ 0.1 mV、持续时间 ≥ 20 ms 时。J 波也是 ST 段的起始部分,J 波常伴 ST 段的起始部或全部抬高(见图 45-4a,b)。J 波受心率和自主神经的影响,心率慢时 J 波明显,心率快时 J 波变小;同时与体温过低、高钙血症、中枢或周围神经系统受损等病症有

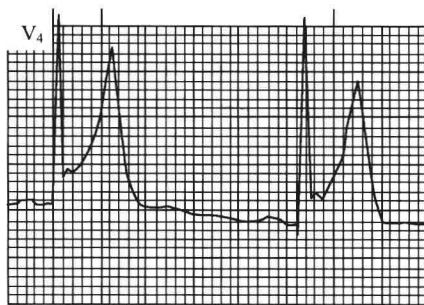
第四篇 常见心电现象、心电图部分相关概念及心电特殊波

关。其心电图特点是:① QRS 波终末有明显的挫折波(J 波),同时多伴有 ST 段缩短和抬高,Q-T 间期缩短,T 波无异常,心前导联最为明显。② J 波以心前 V_3 、 V_4 导联最为明显,可影响到 V_2 和

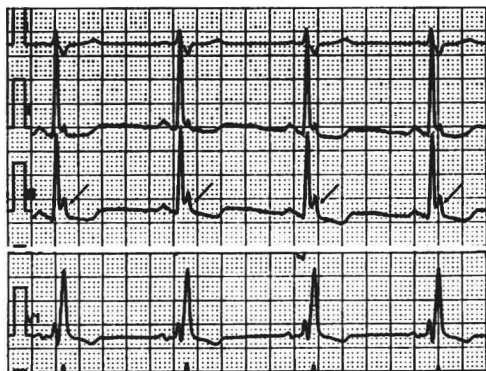
V_5 、 V_6 导联。③ 可有反复发作而原因不明的室速、室颤史(特发性 J 波)。④ J 波呈多样性,易受心率、运动、温度及自主神经的影响。



(A)



(B)



(C)

图 45-4 J 波的心电图特点

A. J 波;B. 早期复极的 J 点抬高;C. 完全性右束支阻滞心电图,肢体导联 QRS 波增宽,伴有切迹的 QRS 波终末部分类似 J 波(箭头所示)

五、J 波异常的病因

(一) 意外机体低温 从动物实验及临床上某些低体温患者($<34^{\circ}\text{C}$)心电图可表现窦性心动过缓、P-R 间期延长、室上性心律失常、Q-T 间期延长及 J 波,但以 J 波最具特征性且常见。如 Okada 等报道 50 例意外低温患者中 40 例(80%)有 J 波,许多患者为酗酒和(或)营养不良的流浪者,由于酒精中毒或疾病虚弱而暴露于寒冷环境中。Rothfold 认为, J 波亦可见于健康年青人,而心电图表现窦性心动过缓、Q-T 间期延长及驼峰状 J 波综合征患者才具有病理性诊断意义(图 45-5)。

(二) 高钙血症 心电图表现 P-R 间期延长, QRS 时间增宽, S-T 段缩短、T 波低平及 J 波、高血

钙 J 波变化不呈圆钝顶峰状,且 Q-T 间期缩短(图 45-6),这与低温性 J 波不同。

(三) 神经系统病变 引起 J 波异常除了机体低温、高钙血症外,尚可由中枢及周围神经系统病变引起,诸如脑部外伤、蛛网膜下腔出血、安眠药过量致心肺骤停的复苏过程、在颈根部清扫手术后交感神经损伤、动物实验刺激左颈胸交感神经节等,有些作者提出下丘脑病变亦参与 J 波形成。神经系统病变发生异常 J 波机制不清,但已有报道脑坏死患者经静脉注射异丙肾肾上腺素或间羟胺后 J 波明显缩小。近来, Krause 等报道 1 例 Q-T 间期延长、明显 J 波并发多形性室性心动过速患者静注肾上腺素后 J 波减小,提示神经系统病变出现 J 波异常可能与交感神经功能减退有关。

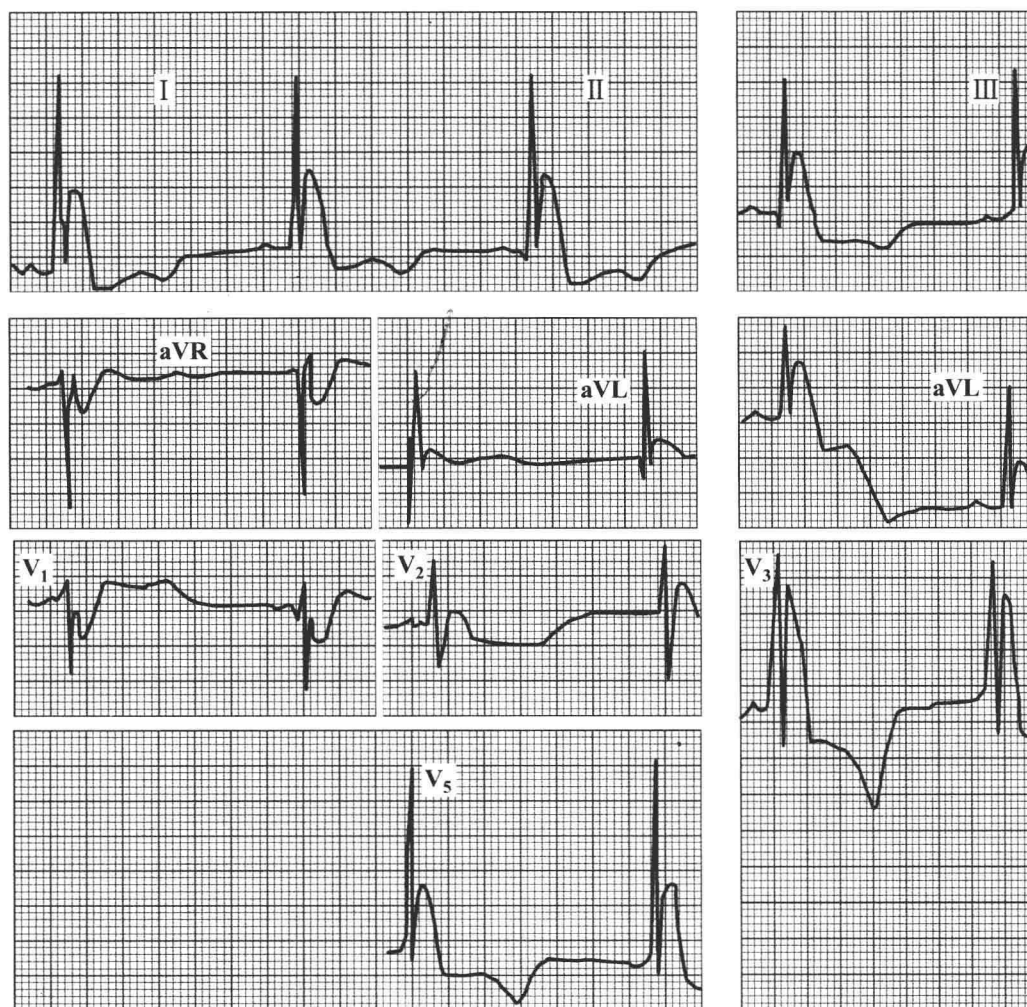


图 45-5 意外机体低温的心电图:巨大 J 波

Ca^{2+} 9.9 mg%



* 1/2 mV

Ca^{2+} 14.2 mg%

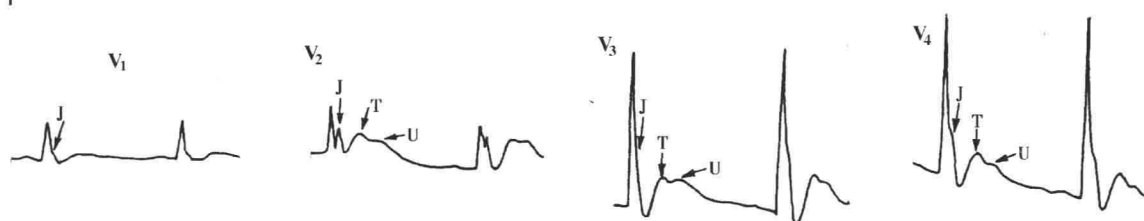


图 45-6 上颌窦癌术后继发性高血钙



第四篇 常见心电现象、心电图部分相关概念及心电特殊波

(四) 原因未明 此外,尚有体温、血钙正常又无神经系统病变者出现 J 波异常、称特发性 J 波(idiopathic J wave)。可能与自主神经系统功能

失调有关,有些作者提出心脏交感神经末梢网状组织先天性发育缺陷是其诱发因素(图 45-7)。

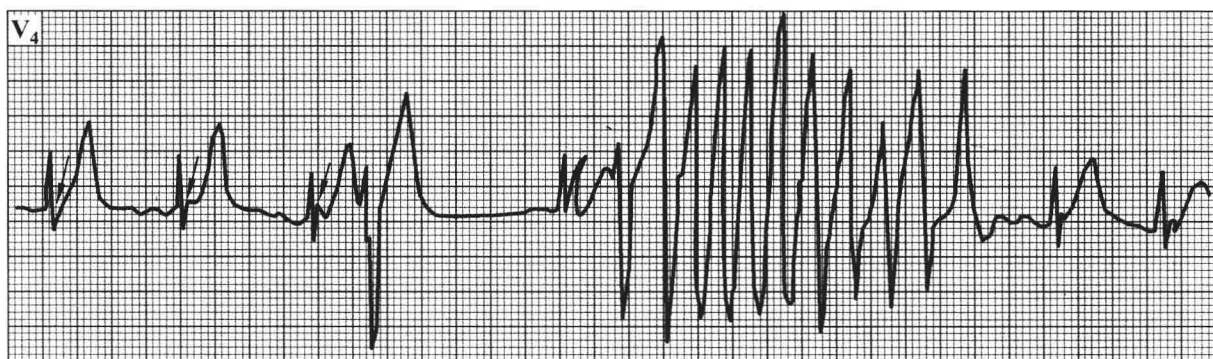


图 45-7 特发性 J 波

男性,32 岁。心电图示明显 J 波,于长心动周期后出现 TdP

六、临床意义

关于 J 波与心律失常之间的关系目前所知甚少,看法也不太一致。但近来有一些报道致命性心律失常的 QRS 波终末部分明显改变。如 Brugada 等报道 8 例右束支阻滞伴持续性 ST 段抬高患者反复发生室性心动过速和室颤,而无任何器质性心脏病变。Aizawa 等报道 8 例特发性室颤中 4 例 QRS 终末部分有切迹,且于前心动周期延长时切迹更为明显,作者称为“慢频率依赖性室内传导阻滞”,而实为异常 J 波。最近, Bjerregrad 等报道 1 例多形性室性心动过速及反复昏厥患者存在异常 J 波,经 24 h 心率变异(HRV)监测发现患者白天副交感神经张力特别增高而交感神经张力较低;夜间副交感神经张力较低,而交感神经张力反而增高,作者推测该例恶性心律失常与自主神经系统紊乱有关。机体低温并发房颤的发生率较高,深低温时还可发生室颤。如 Okada 等报道,60 例意外低温患者中 23 例并发房颤,另有 3 例心律缓慢而规则患者由于低温 P 波振幅缩小或寒冷致使 P 波不易辨认,作者推测为房颤伴完全性房室传导阻滞,或为窦性心动过缓伴窦-室传导及交界性心律。

机体低温时希氏束影响较小,但深度低温可使 P-R 间期延长。如 Goul 等实验研究,以冰冻液注入患者房室交界组织处出现 P-H 间期延

长,提示低温对房室交界处的传导有直接抑制作用。Zotti 等犬实验中,记录体温降至 15℃ 尔后又恢复到 35℃ 的希氏束图,显示 A-H 间期随着体温下降而逐渐延长,表现为双束支或房室结水平传导阻滞,作者还观察到低温时出现类似高血钾时的窦-室传导。最近 Brugada 等指出右束支传导阻滞合并持续性 ST 段抬高与猝死有关,其中 50% 病例有 H-V 间期延长,预示可能发生致命性心律失常。Jacobs 等报道 1 例肛温 32℃ 患者并发房性心律 2:1 及文氏型房室传导阻滞。Bachour 等报道一例肛温 26℃ 者心电图表现窦缓,房颤及显著 J 波,窦性心律伴 2:1 及文氏型房室传导阻滞。

关于低温性 J 波诱发室性心律失常的机制可能为触发活动所致,低体温时细胞内钙超负荷所产生瞬间外向振荡电流,引起早期和(或)延迟后除极,从而促发室性心律失常。特发性 J 波诱发致命心律失常可能与自主神经紊乱有关。当机体受到暴冷刺激时中枢神经系统和心脏最先受影响,致使心脏植物神经功能失调。此外,低温还可间接通过皮肤温度感受器的反射机制影响心脏代谢和电活动,引起自主神经系统和体液紊乱,从而导致心肌电生理不匀性而诱发心律失常。

综上所述,J 波异常诱发心律失常有以下几点值得强调:① 机体低温并发心律失常的发生率差异很大,各家报道发生率从 0~100%。② 机体



低温常并发室上性心律失常;如窦缓、房颤、房室交界性心律以及房室传导阻滞,反之,体温增高则易发生室性心律失常。③ 高钙血症及神经系统

病变时的J波异常少有并发心律失常。④ 特发性J波与致命性室性心律失常密切相关(图45-7)。

第二节 U波

一、定义

U波是紧接T波后的一个低频、低振幅波,是心室复极的一部分。正常情况下,部分受检者的心电图可以出现U波并与T波方向相同,在T波直立的导联,U波振幅通常不高于同导联T波的25%,QTU间期通常不超过0.44 s。U波的大小常与心率有关,心率缓慢时U波较高,心率较快时U波变小或消失。多年来认为,U波的增高见于低血钾,U波倒置见于冠心病。近年来,不少学者重视了U波发生机制与临床联系的研究。本章对U波的现状作一简介。

二、发生机制

U波的发生机制目前尚不十分清楚,但是有三种假说。

(一) U波是浦肯野纤维的复极波 该假说认为浦肯野纤维动作电位持续时间较长,在普通心室肌复极后浦肯野纤维复极形成了U波。有作者不同意此假说,提出以下看法:① U波的形态降支缓慢,升支较陡,与浦肯野纤维复极模式不符;② 浦肯野纤维数量太少,其复极电位不易形成有一幅度的U波;③ U波的时限与心脏周期性机械运动呈明显的依赖性;④ U波正常时限为160~230 ms,与浦肯野纤维动作电位持续时间不同;⑤ 心室肌纤维与浦肯野纤维动作电位依心率的变化,两者的差异发生变化,心率慢时差异增大,心率快时差异减少,而T波终点与aU点的间期无差异;⑥ 左束支或右束支传导阻滞时,U波的方向与无束支传导阻滞无一致性差别。

(二) U波是部分心肌复极延迟的复极波 该假说认为,T波是大部分心室肌的复极波,而U波是少部分心肌延迟复极所形成。这种延迟复极

的心室肌主要有乳头肌或心室肌的M细胞。其根据为:① M细胞的动作电位时(APD)长,具有较强的慢频率依赖性,与U波特性相同;② M细胞含量大,是心室肌细胞的30%~40%;③ 计算机程序控制模拟研究也提示U波源于M细胞区。反对该假说的理由有:① 心室肌复极过程不符合U波升支陡、降支缓慢的特点;② Laggara认为,M细胞复极延迟可引起T波增重,不应产生独立的,完全不同的U波。

(三) 电-机械偶联引起的后电位 该假说认为,心室肌在舒张早期机械活动时的伸展动作可以作用于动作电位的终末,使单侧心室肌纤维的终末复极延长,而产生U波。其根据为:① 心脏在周期活动中,电活动在前,机械活动在后,两者相差40~70 ms,形成了兴奋-收缩偶联。T波发生在心室收缩期,而U波发生在第2心音之后的心室舒张期。在第2心音之后,心室进入等容舒张期,即半月瓣已差闭,房室瓣尚未开放,此时心室肌伸展。心室肌伸展可以激活心肌细胞膜上机械敏感的离子通道,这种离子通道随心肌牵张及伸展力的变化,形成离子的跨膜扩散,引起内向电流,心电图上表现为U波。② U波的时限与心室舒张前期与等容舒张期的时限一致。③ U波的幅度随舒张容积的增加而增加。该假说引起学术界极大的关注,需进一步研究证实。

三、心电图特征

(一) 正常U波 心率较慢时可以出现U波,U波多与T波紧密相连形成TU融合波并与T波方向一致,直立的U波振幅不超过同导联T波的25%、QTU间期通常不超过0.44 s,没有任何临床病史和心脏病家族史。

(二) 异常U波 U波振幅超过T波的



第四篇 常见心电现象、心电图部分相关概念及心电特殊波

25%,或者U波绝对值 $>2\text{ mV}$,或者U波倒置均被认为是异常U波。常见的异常U波多为继发改变,例如,低温、低钾、脑卒中、三度房室阻滞等。少数病例源于先天性离子通道异常,如各种类型的长Q-T间期综合征(LQTS),有时这类患者的心电图U波并不十分明显(T波增宽或TU融合),而以Q-T间期延长为主。

四、U波与临床

U波异常表现为U波增高、U波低、U波倒置。

(一) U波增高 当U波幅度 $>2\text{ mm}$ 时,可认为U波增高, $>5\text{ mm}$ 为明显增高,多见于低血钾、脑血管意外、完全性房室传导阻滞、心动过速、高血钙及过早搏动,应用钙剂、洋地黄、儿茶酚胺类药物后,训练有素的运动员有时U波亦可增高。

(二) U波降低 无重要意义,需结合临床进行考虑。

(三) U波倒置 除aVR、aVF、Ⅲ导联外,其余导联U波倒置,均有病理意义,多见于心肌缺

血、心肌梗死、心室肥大、高血压、心脏瓣膜病等,并常伴有其他心电图异常。U波倒置分两型:

① 初始型:倒置的U波先负后正,多见于高血压等;② 终末型:倒置的U波先正后负,多见于冠心病。

(四) T-U融合时U波的辨认,在部分患者中,可发生T-U融合;尤其在Q-T间期延长的患者 $>100\text{ ms}$,T波可侵入U波的范围,掩盖U波或与U波发生融合。鉴别方法:可同步记录心电图和心音图,T波终点和U波起点与第2心音的发生相一致。

(五) 与临床的联系 引起低血钾的原因很多,在此不赘述。低血钾引起的U波增大同时会伴有相关的临床病症和电解质化验检查异常的证据,当血清钾浓度 $<3.0\text{ mmol/L}$ 时,心电图即可出现U波。LQTS可以出现异常U波,该病常伴有家族史或其他隐性遗传疾病。另外,异常U波常发生于某些重症疾病,如低温冻伤、脑卒中、三度房室阻滞等在诊断时注意鉴别。

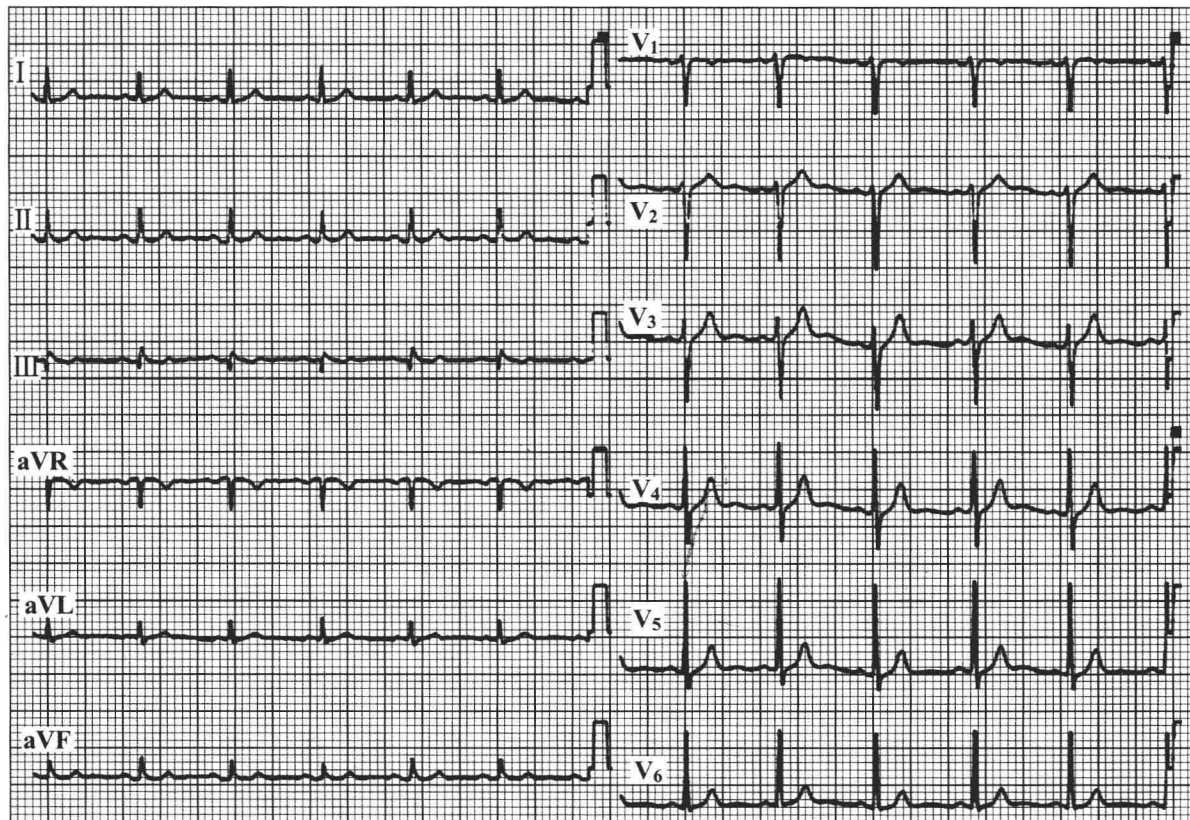


图 45-8 正常心电图,多数心前导联可见低振幅U波