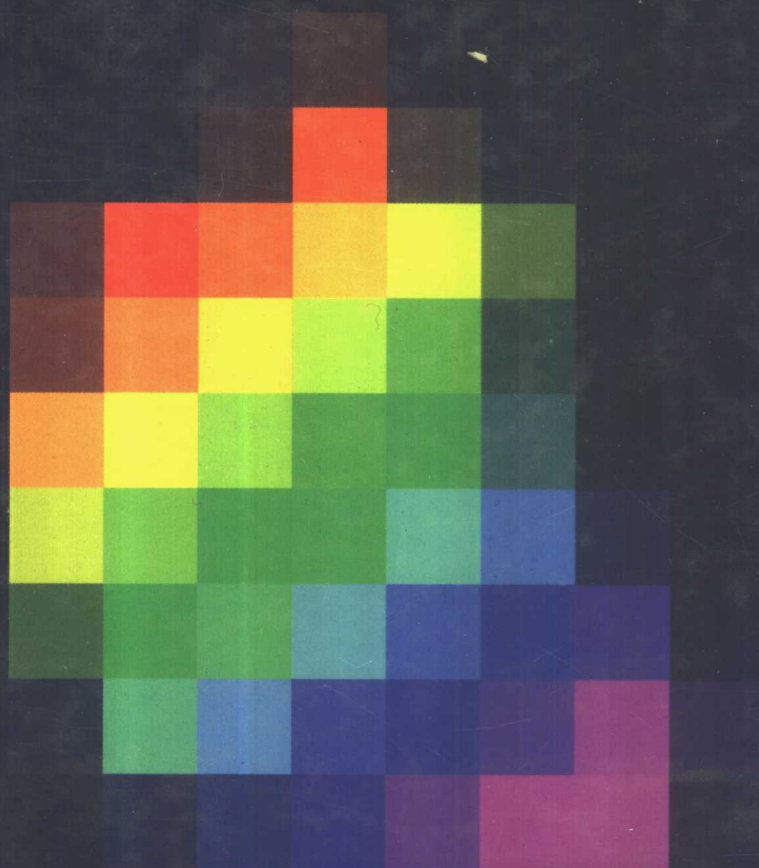


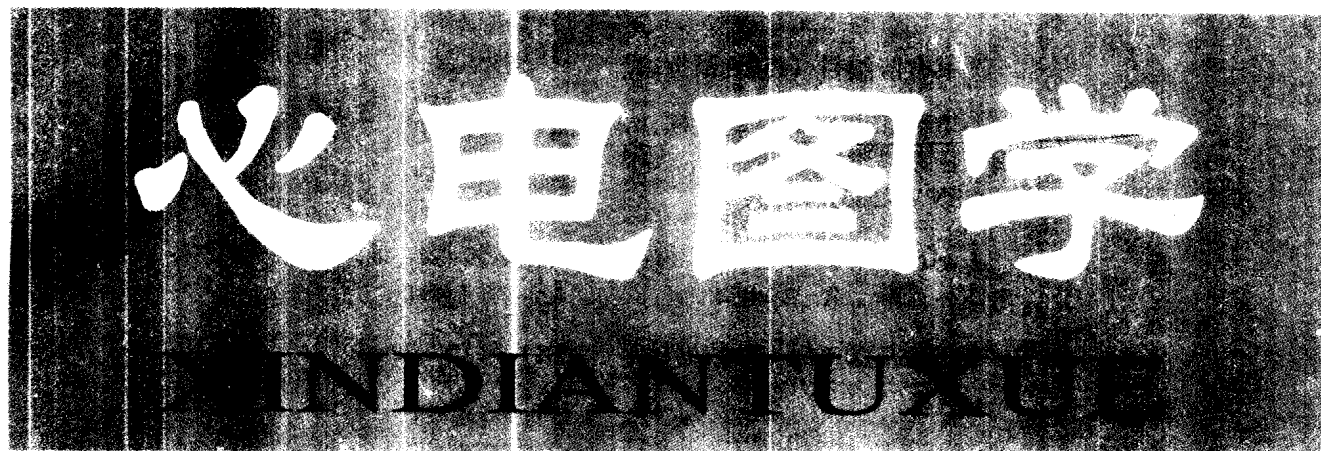


心电图学

名誉主编 赵 易
主 编 陈清启 杨庭树 卢喜烈 吴 祥



山东科学技术出版社 www.lkj.com.cn



名誉主编 赵 易

主 编 陈清启 杨庭树 卢喜烈 吴 祥

山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

心电图学/陈清启, 杨庭树, 卢喜烈, 吴祥主编. — 济南: 山东科学技术出版社, 2002.1

ISBN 7-5331-3028-6

I. 心... II. ①陈... ②杨... ③卢... ④吴... III. 心电图—诊断 IV. R540.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 073030 号

心 电 图 学

名誉主编 赵 易

主编 陈清启 杨庭树 卢喜烈 吴 祥

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)2065109

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@jn-public.sd.cninfo.net

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)2020432

印 刷 者: 山东新华印刷厂潍坊厂

地址: 潍坊市潍州路 753 号

邮编: 261008 电话: (0536)8236911

开本: 880mm × 1230mm 1/16

印张: 59

字数: 1710 千

版次: 2002 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1-4000

ISBN 7-5331-3028-6

R·939

定价: 188.00 元

《心电图学》编著委员会

名誉主编：赵 易

主 编：陈清启 杨庭树 卢喜烈 吴 祥

副主编：张雪娟 卢才义 陶晓娟 鱼运寿

秦保贵 李 俊 邢泉生 陈纪君

主编助理：吕 静 沈润霞 顾华丽

编 著 者(按姓氏笔画排序)

于树君	马伏英	马远志	尹炳生	方安安	王明山	王俊基
冯桂芹	卢才义	卢喜烈	叶鸿瑁	宁险峰	帅 莉	石亚君
刘培嫦	刘雪玲	孙 彦	孙 静	孙瑞龙	朱 俊	江 洪
邢泉生	吴 祥	孟凡华	宋有诚	张建义	张 萍	张雪娟
李 俊	李仁君	李乐燕	李自普	李迎秋	李海燕	杨庭树
陈元秀	陈清启	陈 磊	单兆亮	周长勇	周军荣	柯 莉
欧阳非凡	郑方胜	鱼运寿	姜治忠	赵传明	秦保贵	陶晓娟
高东升	曹厚法	耿仁义	梁德才	董果雄	董殿阶	雷 军
蔡尚郎						

绘 图：陈彦岷 乔效明

序

1903年 Einthoven 创制出第一台改进的弦线型心电图描记器，奠定了心电图学发展的基础。嗣后历经数代心电大师的不断探索与创新，取得了辉煌成就。尤其是 70 年代末，临床心脏电生理学的兴起，使心电图学获得突破性进展，成为一门有丰富内涵的新学科即心电学 (electrocardiology)。1979 年国际心电图学会也因此更名为国际心电学学会，从此进入了心电学时代。2002 年即将迎来心电学百年华诞庆典，我们将以此为契机，促进我国心电事业更上一层楼。

1982 年，我国首次引进“心电学”这一学科名称，并同年在浙江创办了我国第一本《心电学杂志》。虽然“心电学”名称已获得公认，但对于它的定义及内容仍乏共识。诚如本书主编陈清启教授在前言中所称的那样，“本书虽仍命名为《心电图学》，但她基本囊括了‘心电学’的内容，为编撰‘心电学’奠定了基础。”

近年来，在蓬勃发展的高新科学技术浪潮冲击下，心电图不仅没被湮没，反而借此开阔了视野，更新了观念；另一方面，从心电图表现也能初步了解病变发生机制和有关情况，例如某些心电图改变就能反映 LQTS 相关基因突变的情况和分型，毫无疑问，这门古老而又年轻的心电学具有强大的生命和创造力，预示着今后更大的发展。那些认为心电图学不可能再有或不可能使其有所新进展的人，是对历史的无知，在事实面前，不攻自破。

心电学领域令人瞩目的成就，同时孕育着新的心电图学专著的诞生，青岛大学医学院附属医院陈清启教授有鉴于我国尚少大部头完整、系统的心电图学专著，勇挑重担，除亲自撰写部分篇章外，并组织邀请了国内有关著名专家、教授共襄盛举，兼收并蓄，各展所长，推陈出新，更致完美。陈教授对心电事业情有独钟，执着追求，成绩斐然，令人钦佩。本书洋洋百万言，蔚然成册，质量上乘，图文并茂。我衷心祝贺巨著的问世，相信必将成为心内科医师、广大心电图工作者及医学生等的良师益友，乐之为序。

赵 易

前 言

随着医学科学的进步,心电图学基础与实践进展迅速,除对原有的基本理论有了进一步的认识之外,还提出了一些新的概念和学说,心电图诊疗技术也在不断的创新和发展,如心脏生物电产生理论的进一步完善,介入心电学的形成和发展,心电时间序列分析的开展,心电图计算机的应用,心电学信息论分析,心肌可激媒质非线性科学研究,心电图发生的基因学研究等,扩大了心电图学的研究和应用范围,逐步形成一门由数理科学和生物分子医学相结合的科学——心电学。心电学的形成和发展,大大提高了心电图诊断的准确性和心血管疾病的诊疗、研究水平。有鉴于目前国内尚无完整、系统的心电学专著,我们组织青岛、北京、杭州、济南、武汉、成都、上海、合肥、沈阳、乌鲁木齐、广州等国内著名心电学专家、教授,共同编撰了本书。本书虽仍命名为《心电图学》,但她基本囊括了《心电学》的内容,为编撰《心电学》奠定了基础。

本书写作立意于1992年。在1992~1995年间,主编广泛征询了全国各地200余位心电图学专家、教授的意见,他们对本书的策划、写作思路、文章结构、编写大纲等提出许多宝贵意见。在有了充分的思想准备和严谨的科学依据之后,编委会于1996年再次认真讨论与修改编写大纲,统一了思路,统一了认识,统一了编写要求,进入写作实质,历经四、五年的撰稿和反复修改,精选配图,终于2001年7月脱稿,交出版社出版。

全书共分七篇。第一篇心电图学基本知识,主要讲述了心脏解剖生理学,心脏电生理学基础,心电图产生原理,心电向量和心电向量图,心电图导联,正常心电图及伪差,心电图及心电生理检查操作常规等有关基础理论与基本知识;第二篇常见心脏疾病的心电图诊断,系统讲述了心房、心室肥大,冠状动脉机能不全,心肌梗死,心肌炎、心肌病和心包炎,心脏肿瘤,心肌损害,药物影响及电解质紊乱,其他全身性疾病等80余种先天性与后天获得性心脏疾病的心电图诊断,以及麻醉、低温、手术时,心血管创伤时,心搏骤停及心肺复苏术中,急性心肌梗死溶栓治疗中等几种特殊状态下的心电图表现,同时对心电图综合征、心电图诊断试验进行了简要介绍。第三篇心律失常,首先概述了心律失常的病因学,生理学,血液动力学,电生理及其发生机制,心律失常的基本规律、分类与诊断方法等,然后介绍了各种心律失常的病因、病理、心电图特征及其诊断与鉴别诊断。第四篇常见心电现象及心电图部分相关概念,简要介绍了心律失常中的31种常见心电现象和36个心电图相关概念。第五篇小儿心电图,主要介绍了小儿及胎儿常见疾病的心电图表现,以及小儿心律失常的心电图诊断与鉴别诊断,并阐述了小儿与成人心电图的不同点。第六篇心电图鉴别诊断,集中介绍了心电图各波段异常,心房、室肥大,心律失常等的鉴别诊断,并介绍了现代诊疗技术及心电图试验在心电图鉴别诊断中的应用。第七篇心电诊疗新技术,简要介绍了动态心电图,心电监测技术,心率变异分析,信号平均心电图,食道调搏术及食道心电图,起搏心电图,窦房结电图,希氏束电图,心脏内心电图等,起搏心电图。

本书第一篇由青岛大学医学院附属医院陈清启教授主编,第二篇由解放军总医院心内科

主任杨庭树、卢喜烈教授主编，第三篇由空军总医院心内科主任卢才义和陈清启教授主编，第四篇由陈清启和浙江大学附属医院吴祥教授主编，第五篇由武警总医院秦保贵教授主编，第六篇由浙江医科大学鱼运寿教授主编，第七篇由中国医学科学院阜外医院陶晓娟、孙瑞龙教授主编；在本书策划及编写过程中，青岛大学医学院附属医院、青岛大学心血管病研究所、解放军总医院、北京阜外医院、浙江大学心血管病研究所、浙江大学附属医院、第一军医大学附属南方医院、第二军医大学附属长海医院、空军部队总医院、武警部队总医院、首都钢铁公司总医院、济宁医学院附属医院、北京医科大学附属人民医院等单位的领导及同道给予热情的支持和帮助；许多心电图学老前辈、老专家对本书的编写十分关心，提出了宝贵的意见和建议；初稿写成后，我国著名心电学专家赵易教授、朱震教授给予审稿；青岛船员学院高玉美老师协助本书外文资料的校译；郝丽红同志帮助录入全部书稿；山东科学技术出版社对本书的出版给予大力扶持。在此一并致谢！

本书引用的参考资料较多，除书末列出的主要参考文献之外，还参阅了近年来的心电学及心血管病杂志，在此特向各有关参考资料中的作者表示衷心的感谢！

由于我们水平有限，加之参编作者较多，难以统一写作风格，参考文献也难一一查对，缺点和错误难免。恳望心电图学界同道及读者批评指正。

编者

于青岛

目 录

绪论	1	第七章 心电图机及其应用	93
第一篇 心电学基本知识	7	第一节 单导联心电图机简介	93
第一章 心脏解剖生理学	9	第二节 12 导联同步心电图记录仪	94
第一节 心脏的解剖	9	第三节 心电图机常见故障	101
第二节 心脏传导组织的胚胎发育	14	第八章 正常心电图及伪差	103
第三节 先天异常的心脏传导系统解剖	16	第一节 心电图记录纸的划线与定标	103
第四节 心脏的生理	17	第二节 心电图测量	104
第二章 心脏电生理学基础	20	第三节 正常心电图各波、间期的形态、 时间及电压	109
第一节 心肌细胞的生物电现象	20	第四节 正常心电图波形	112
第二节 心肌细胞及其电活动类型	24	第五节 心电图各波、间期的正常变异	113
第三节 心肌细胞的电生理特性	28	第六节 心电图常见伪差	115
第四节 影响心肌细胞电生理特性的 因素	36	第七节 影响心电图波形的生理因素	116
第五节 心律失常的电生理基础	39	第八节 影响心电图的技术因素	117
第六节 抗心律失常药物的电生理	44	第九章 心电图及心电生理检查常规	119
第三章 心电图产生原理	47	第一节 常规心电图检查操作规程	119
第一节 心肌细胞的除极和复极	47	第二节 动态心电图检查操作规程	120
第二节 心脏的除极与复极	49	第三节 临床心电生理检查工作常规	120
第三节 电偶学说及容积导电的概念	50	第二篇 常见心脏疾病的心电图诊断	125
第四节 心肌细胞的不应期	52	第十章 心房、心室肥大	127
第五节 心肌细胞动作电位与心电图的 关系	53	第一节 心房肥大	127
第四章 心电向量和心电向量图	58	第二节 心室肥大	133
第一节 心电向量基本概念	58	第十一章 冠状动脉机能不全	149
第二节 心电向量的导联体系	61	第一节 冠状动脉解剖与冠状循环	149
第三节 心电向量图与心电图的关系	61	第二节 冠状动脉机能不全的病理生理	151
第四节 心电向量图分析、诊断及报告	63	第三节 冠状动脉机能不全的心电图表现	152
第五节 正常成人心电图向量图	64	急性冠状动脉机能不全	153
第五章 心电图导联	68	慢性冠状动脉机能不全	155
第一节 常用导联	68	心绞痛	157
第二节 不常用导联	73	无症状性心肌缺血	161
第六章 心电轴、心电位和心室复极差力	82	第四节 心电图负荷试验	165
第一节 心电轴	82	心电图双倍二级梯运动试验	165
第二节 心电位	86	心电图三倍二级梯运动试验	168
第三节 心室复极差力	88	踏车试验	168

2 目 录

活动平板运动试验	169	第十六章 其他心脏疾病	278
心肌梗死后心电图负荷试验	176	第一节 风湿性心脏病	278
心电图药物负荷试验	178	第二节 肺原性心脏病	281
饱餐试验	182	第三节 高血压	284
冷加压试验	182	第四节 心内膜炎	285
过度换气试验	183	第五节 二尖瓣脱垂	285
颈动脉窦按压 (C. S. P) 试验	183	第十七章 全身性疾病的心电图改变	286
心房调搏试验	184	第一节 自发性气胸	286
缺氧试验	184	第二节 脑源性疾病	286
第十二章 心肌梗死	186	第三节 肌肉疾病	288
第一节 概述	186	第四节 中毒性疾病	289
第二节 急性心肌梗死心电图变化原理	189	第五节 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征	292
第三节 急性心肌梗死心电图特征及其演变分期	193	第十八章 老年心电图	294
第四节 心肌梗死深度及范围判断	205	第一节 老年人心血管增龄性变化	294
第五节 心肌梗死定位诊断	206	第二节 老年人心电图表现	295
第六节 不同部位心肌梗死的心电图诊断及鉴别诊断	208	第十九章 药物影响及电解质紊乱	297
第七节 不典型心肌梗死的心电图诊断	222	第一节 药物影响的心电图改变	297
第八节 多发性心肌梗死的心电图诊断	224	洋地黄类药物	298
第九节 复发性心肌梗死的心电图诊断	226	奎尼丁及奎尼丁样作用的药物	301
第十节 急性心肌梗死合并心律失常	226	普鲁卡因酰胺	303
快速型心律失常	227	锑剂	303
缓慢型心律失常	232	阿托品	303
第十一节 心肌梗死合并束支传导阻滞	235	苯妥英钠	304
第十二节 心肌梗死合并预激综合征	240	钙拮抗剂	304
第十三节 心肌梗死合并室壁瘤	241	β -受体阻滞剂	304
第十四节 心肌梗死心电图鉴别诊断	243	心律平	304
Q 波性心肌梗死与其他疾病的鉴别	243	乙胺碘呋酮	304
非 Q 波性心肌梗死与其他疾病的鉴别	246	利多卡因	306
第十三章 心肌炎、心肌病、心包炎和心脏肿瘤	248	溴苄胺	306
第一节 心肌炎	248	室安卡因	306
第二节 原发性心肌病	250	氟卡胺	306
第三节 继发性心肌病	256	第二节 电解质紊乱的心电图改变	306
第四节 克山病	257	低血钾症	307
第五节 心包炎	259	高血钾症	309
第六节 心脏肿瘤	262	低血钙	309
第十四章 心肌损害	263	高血钙	310
第一节 概述	263	血镁浓度改变对心电图的影响	311
第二节 心肌损害病因及其心电图改变	264	血钠浓度改变对心电图的影响	312
第十五章 先天性心脏病	268	电解质混合性改变的心电图变化	312
		第二十章 麻醉、低温时的心电图改变	315
		第一节 围手术期麻醉药对循环系统的影响	315

第二节 麻醉期间非麻醉药因素对循环系统功能的影响	319	第八节 慢-快综合征	361
第三节 低温麻醉时的心电图变化	320	第九节 单纯T波倒置综合征	361
第二十一章 心搏骤停及心肺复苏术中的心电图改变	321	第十节 直背综合征	362
第一节 心搏骤停(猝死)先兆的心电图改变	321	第十一节 复极延缓综合征	362
第二节 心搏骤停时的心电图改变	326	第十二节 孤立负性T波综合征	362
第三节 心肺复苏过程中伴发的心律失常	326	第十三节 颈动脉窦综合征	364
第二十二章 急性心肌梗死溶栓治疗中的心电图表现	328	第十四节 $T_{V_1} > T_{V_5}$ 综合征	364
第一节 影响再灌注性心律失常的因素	328	第十五节 Q-T延长综合征	364
第二节 再灌注性心律失常的电生理基础	329	第十六节 小心脏综合征	366
第三节 溶栓治疗中的心电图表现	329	第十七节 迷走神经性心律失常综合征	366
第二十三章 心脏血管创伤时的心电图表现	332	第十八节 心动过速后综合征	367
第一节 心脏外伤时的心电图表现	332	第十九节 卢山铃木综合征	367
第二节 心脏血管手术并发心律失常	332	第二十节 Brugada 综合征	367
第三节 经皮冠状动脉腔内成形术前后的心电图变化	335	第三篇 心律失常	375
第四节 冠状动脉内粥样硬化斑块旋磨术前后的心电图变化	337	第二十五章 心律失常总论	377
第五节 冠状动脉旁路移植术前后的心电图变化	341	第一节 心律失常发生机制	377
第六节 激光心肌血管重建术前后的心电图变化	341	第二节 心律失常分类	379
第七节 心脏射频消融术前后的心电图变化	343	第三节 快速性心律失常	380
第八节 心脏导管检查过程中的心电图变化	343	第四节 缓慢性心律失常	387
第二十四章 心电图综合征	354	第五节 Q-T间期延长综合征	389
第一节 X综合征	354	第六节 心律失常分析方法	391
第二节 3S综合征	354	第二十六章 窦性心律失常	397
第三节 两点半综合征	356	第一节 窦性心动过速	398
第四节 早期复极综合征	358	第二节 窦性心动过缓	399
第五节 心肌震荡综合征	359	第三节 窦性心律不齐	399
第六节 加速传导综合征(短P-R综合征)	359	第四节 窦性游走节律	400
第七节 阿-斯综合征	359	第五节 窦性停搏	400
		第六节 病态窦房结综合征	402
		第七节 窦室节律	404
		第二十七章 逸搏与逸搏心律	405
		第一节 逸搏	405
		第二节 逸搏心律	414
		第三节 加速的逸搏	422
		第四节 加速的逸搏心律	430
		第五节 游走性起搏点	430
		第六节 反复心律及伪反复心律	432
		第二十八章 过早搏动	436
		第一节 过早搏动的产生机制	436
		第二节 过早搏动的心电图表现	437
		第三节 过早搏动后的心电图变化	445

第四节	过早搏动对心脏基本心律的影响	446
第五节	过早搏动的临床意义	446
第六节	过早搏动的心电图诊断步骤和注意事项	447
第二十九章	室上性心动过速	449
第一节	房室结双径路折返性心动过速	449
第二节	房室旁道折返性心动过速	458
第三节	阵发性房性心动过速	458
第三十章	室性心动过速	463
第一节	室性心动过速分型	463
第二节	室性心动过速起源点标测	465
第三节	单形性室性心动过速	468
第四节	多形性室性心动过速	474
第五节	多源性室性心动过速	475
第六节	特发性室性心动过速	476
第七节	分支性室性心动过速	480
第八节	束支折返性室性心动过速	481
第九节	扭转型室性心动过速	481
第三十一章	异位自主性心动过速	484
第一节	房性自主性心动过速	485
第二节	房室交界性自主性心动过速	485
第三节	双重性房室交界性心律	489
第四节	室性自主性心动过速	489
第三十二章	扑动与颤动	491
第一节	心房扑动与心房颤动	491
	心房扑动	492
	心房颤动	498
第二节	混乱性心房律	505
第三节	心室扑动与心室颤动	506
第三十三章	干扰与脱节	508
第一节	干扰	508
第二节	干扰性脱节	517
第三十四章	心脏传导阻滞	522
第一节	概述	522
第二节	窦房传导阻滞	523
附	窦房结功能测定	526
第三节	心房内传导阻滞	532
第四节	房室传导阻滞	533
第五节	室内传导阻滞	541
第六节	频率依赖性传导阻滞	554

第七节	传出阻滞	556
第三十五章	预激综合征	557
第一节	概述	557
第二节	WPW 综合征	558
第三节	L-G-L 综合征	586
第四节	变异型预激综合征	586

第四篇 常见心电现象及心电图部分

相关概念	589
------	-----

第三十六章	常见心电现象	591
第一节	跨越传导	591
第二节	隐匿性传导	591
第三节	超常期传导与伪超常传导	600
第四节	差异性传导	601
第五节	双径路传导	604
第六节	窦室传导	606
第七节	多径路传导现象	607
第八节	传出阻滞与传入阻滞	609
第九节	抑制性传导和递减性传导	610
第十节	单向传导与单向传导阻滞	611
第十一节	时相型传导阻滞	612
第十二节	分层传导阻滞现象	614
第十三节	拖带现象	617
第十四节	钩拢现象	618
第十五节	心电阶梯现象	621
第十六节	魏登斯基现象	621
第十七节	R 落 T 现象和 R 落 P 现象	623
第十八节	抑制与总和现象	623
第十九节	起步现象	624
第二十节	V ₃ 现象	624
第二十一节	奔放现象	624
第二十二节	起搏器滞后现象	625
第二十三节	电力衰竭现象	625
第二十四节	灶性重激现象	625
第二十五节	蝉联现象	625
第二十六节	临界相传导现象	631
第二十七节	逆配对现象	631
第二十八节	穗尖现象	632
第二十九节	二联律法则和 Ashman 现象	633
第三十节	文氏现象和反文氏现象	634
第三十一节	混沌现象	638

第三十七章 心电图部分相关概念	639	第三十六节 濒死心电图	688
第一节 心电 - 机械分离	639	第五篇 小儿心电图	689
第二节 膜反应性和膜反应曲线	640	第三十八章 小儿心电图概论	691
第三节 起搏细胞和非起搏细胞	641	第一节 小儿心电图检查指征	691
第四节 代偿间歇与类代偿间歇	641	第二节 小儿心电图描记注意事项	692
第五节 体表心脏等电位标测图	642	第三节 小儿心电图特征及其正常 参考值	694
第六节 12 导联同步心电图与 12 导联 心电图	642	第四节 小儿心电图分析方法	700
第七节 晚电位、后电位、激后电位和 起搏器脉冲的后电位	643	第三十九章 心房扩大及心室肥大	705
第八节 电异步状态	643	第一节 心房扩大	705
第九节 电交替	643	第二节 心室肥大	706
第十节 正相性逆行 P 波	650	第四十章 心包炎、心肌炎与心肌病	708
第十一节 电张调整性 T 波改变	651	第一节 心包炎	708
第十二节 逆行性 P 和异位性 P	652	第二节 心肌炎与心肌病	708
第十三节 融合波	652	第四十一章 先天性心脏病	713
第十四节 频率优势控制规律	654	第四十二章 药物作用及电解质紊乱	714
第十五节 新“心脏规律”	654	第一节 洋地黄类药物引起的心律失常	714
第十六节 功能性心搏骤停	654	第二节 其他药物与心律失常	715
第十七节 心室重复反应	654	第三节 电解质紊乱	716
第十八节 触发活动与触发性心律 失常	655	第四十三章 小儿心律失常	717
第十九节 再灌注损伤与再灌注心 律失常	659	第一节 概述	717
第二十节 并行心律	659	第二节 窦性心律失常	719
第二十一节 心肌顿抑和心肌冬眠	668	第三节 过早搏动	720
第二十二节 临界心率	670	第四节 阵发性心动过速	721
第二十三节 促心律失常和致心律 失常	673	第五节 扑动和颤动	723
第二十四节 手风琴样效应	673	第六节 心脏传导阻滞	724
第二十五节 P - R 指数	674	第七节 预激综合征	726
第二十六节 过早搏动后节律顺延	674	第八节 全身性疾病与心律失常	727
第二十七节 节律重整	674	电解质紊乱与心律失常	727
第二十八节 QTc、QOT、QTa、QTr、JTc 间期和 QT/Ta 比值	675	肌肉疾病与心律失常	728
第二十九节 P 波离散度	676	内分泌疾病与心律失常	728
第三十节 心室复极时间变异性	677	遗传性代谢性疾病与心律失常	729
第三十一节 心肌桥	677	结缔组织病与心律失常	729
第三十二节 J 波	679	肺部疾病与心律失常	730
第三十三节 Epsilon 波	683	血液病与心律失常	730
第三十四节 U 波	684	肿瘤与心律失常	730
第三十五节 QT 离散度	685	肾脏病与心律失常	731
		感染性疾病与心律失常	731
		心脏耳聋综合征与心律失常	731
		中枢神经系统疾病与心律失常	731

第九节 其他原因引起的心律失常	732	第三节 食道心房调搏术	807
医疗护理技术操作与心律失常	732	第四节 固有频率测定	809
低温与心律失常	734	第五节 窦房结电图	810
第四十四章 胎儿心电图	735	第六节 希氏束电图	810
第一节 胎儿心电图描记方法	735	第七节 体表心脏等电位标测图	812
第二节 胎儿正常心电图	736	第八节 心腔内心电图	812
第三节 胎儿异常心电图	738	第十节 心室晚电位	812
第六篇 心电图鉴别诊断	739	第五十章 心电图试验在心电图鉴别 诊断中的应用	814
第四十五章 心电图各波段异常的鉴别 诊断	741	第一节 阿托品试验	814
第一节 P波异常	741	第二节 异丙基肾上腺素试验	815
第二节 P-R间期异常	747	第三节 颈动脉窦按压试验	815
第三节 Q波异常	750	第四节 心得安试验	816
第四节 QRS波群异常	757	第五节 心电图运动负荷试验	817
第五节 ST段异常	769	第七篇 心电诊疗新技术	819
第六节 T波异常	775	第五十一章 无创心电诊断技术	821
第七节 Q-T间期异常	780	第一节 心电监测技术	821
第八节 U波异常	782	第二节 动态心电图	825
第四十六章 房室肥大的鉴别诊断	783	第三节 立体心电图	833
第一节 心房肥大	783	第四节 心率变异性测定	834
第二节 心室肥大	784	第五节 食管导联心电图	839
第三节 双侧心室肥大	785	第六节 食管调搏和经食管电生理检查	840
第四十七章 非梗死Q波的鉴别诊断	786	第七节 信号叠加心电图	853
第一节 心脏病变引起的Q波	786	第五十二章 有创性心电诊疗技术	873
第二节 非心脏原因引起的Q波	788	第一节 有创心内电生理检查	873
第四十八章 心律失常鉴别诊断	790	第二节 窦房结电图	879
第一节 P波形态多变	790	第三节 希氏束电图	880
第二节 提早出现的心搏	792	第四节 单相动作电位	884
第三节 延迟出现的心搏	796	第五节 心脏刺激术	888
第四节 心率缓慢而规则	796	第五十三章 心电治疗技术	890
第五节 心率快而不规则	798	第一节 射频消融术	890
第六节 心室律不整	799	第二节 电除颤与电转复术	895
第七节 房性二联律	803	第三节 心脏起搏与起搏心电图	897
第八节 室性二联律	803	主要参考文献	911
第九节 P波与QRS波群完全无关	804	索引	916
第四十九章 现代诊疗技术在心电图 鉴别诊断中的应用	805		
第一节 动态心电图	805		
第二节 食道导管心电图	806		

绪 论

一、心电图学和心电向量图学的产生与发展

1797年, Luigi Galvani 首次意外发现蛙的肌肉受到电刺激时能够收缩, 并在雷雨中通过一个导体使雷电刺激其肌肉, 再次证实动物组织能够产生电流。

1842年 Matteucci 及 1856年 Koalliker 等, 将上述方法用于研究心脏的电现象, 他们用神经将肌肉组织与心脏连接, 发现随着心脏的跳动, 连接的腓肠肌发生收缩。这是人类首次用电极来记录心脏的电活动。但它所记录的不是心脏电动势本身所产生的图形, 而是心电活动所引起的肌肉收缩, 是用电机机械记录装置进行的间接记录。

1878年 Sanderson 用毛细管电流测量仪记录了实验动物的心肌电流, 1887年 Waller 用表面电极记录了活体动物的心脏电流, 随后应用于人体进行心电图研究, 因其图形扭曲, 无法应用于临床。

1901年, 荷兰生物学家、莱顿 (Leiden) 大学教授 Einthoven (1860~1927) 首次描记出比较满意的 P-QRS-T 波群, 并于 1903 年发明了世界上第一台采用弦线电流计和光学记录方法制成的心电图机, 记录出每个心动周期的心脏电位变化曲线, 将其命名为心电图, 1904 年又提出 Einthoven 三角概念, 即所谓三个标准导联 (I、II、III) 心电图, 成为心电图的首创者。由于他的不朽业绩和深远影响, 被授予诺贝尔医学奖, 并被后人誉为“心电图之父”。1905 年心电图被正式应用于临床。

1906年, Lewis 利用心电图开始研究期外收缩、心房扑动、心房颤动、心室传导阻滞, 为心电图的临床应用做出了巨大贡献。

1932年 Wilson 等创立了著名的零电位中心电

端理论, 设计了胸 (心) 前导联, 使体表心电图标准化为 12 导联, 将心电图学理论应用于临床, 创立了临床心电图学。

40 年代以后, 随着心电图的广泛应用以及科学技术的发展, 心电图机在设计、结构、制造工艺上都有了许多改进和发展。弦线式电流计心电图机在实用上已被淘汰, 而由电子管放大的干电池式和交流电式心电图机所取代, 并开始使用感光纸记录, 以后发展为直接描记式, 用特别的心电图纸作直接记录。直接描记式心电图机的研制成功, 使心电图的检查操作更加方便。为了能够长时间连续观察心电图的变化, 以后又出现了利用阴极射线管制成的心电图机, 它使心电图成为生物电测量中的一项较为成熟、应用较多的技术, 并总结出一套标准方法和完整的图谱解释理论。

心电向量图和心电图一样, 是记录心脏生物电的一种表现形式。一般心电图仅能记录心电的振幅及电荷的正负, 不能了解其方向。心电向量图记录的则是心脏活动各瞬间所产生的电力在空间的方向和大小, 能够更完整、更科学地解释心电图的产生。实际上, 在 Einthoven 以等边三角形确定电轴时就已经应用了心电向量概念来分析心脏的电激动过程。心电向量图的研究, 开始于本世纪 20 年代。1902 年, Mann 采用将两个导联合并的方法, 获得一条连续的曲线, 并命名其为单一平面的心电图。1913 年, Einthoven 等开始测量额面心电向量, 再经 Mann 等人的研究, 开始形成心电向量图学。1938 年, Mann 又用一线圈移动型的电流计, 将两个导联上所发生的电压描绘于一个平面, 显示出一个环, 然后再把这个环摄影记录下来。随后, Wilson 及 Johnston 等人利用阴极线示波管描绘出与单一平面心电图相似的图形, 并将其命名为心电向量图。所习用的导联体系 (以 Crishman 立方体系为代

表),是根据爱氏三角形概念而设计出的校正导联体系(Frank导联体系为代表),使心电向量图学检查技术日趋完善。

随着电子工业的发展,经历了全电子管、电子管晶体管、全晶体管直描心电向量机,彩色心电向量机,连续描记心电向量机等多代产品。我国于1956年开始了该学科的研究工作,现已能够生产出上述各种类型的产品,许多医疗单位也已配置和应用了这些设备。

我国的心电图学史可追溯到魏晋医学家任叔和,他的不朽著作《脉经》被世界公认为心脏病学的鼻祖之一,因为历史的原因未能继续发展。直到40年代,我国除协和医院有一台弦线型心电图机进行工作及研究外,其余医学院校均无此设备,更无人讲授。解放后,我国心电事业从无到有发展起来。这期间,黄宛教授以其卓越的贡献,艰苦创业,成为我国心电图学的奠基人。由于众多的原因,直到70年代末,我国的心电图事业才阔步前进,得以蓬勃发展,专业队伍不断扩大,城乡基层单位普遍配备了心电图机,心电学各个领域取得了令人瞩目的成就。1982年,以赵易任主编的《心电学杂志》在浙江创刊,经他推动,《临床心电图杂志》、《中国实用心电杂志》相继问世,实现了心电学杂志系列化。1997年9月《中华心律失常杂志》创刊,进一步推动了我国心电图学的发展。同时,赵易教授倡议,1986年中华医学会浙江分会在国内率先成立第一个省级心电学学会,影响波及全国,1998年已有14个省(自治区、直辖市)心电学会成立。1994年9月中华医学会心电生理和起搏学会成立,1997年5月又成立了“中国生命科学学会心电学学会”,这是我国心电学发展史上的又一里程碑。1988年,以赵易任校长的中华心电图专修学校在杭州成立,至今已培训学员千余人。1994年,经浙江省教委批准,杭州医学高等专科学校创办了我国第一个“心电学专业”,学制三年,已于1995~2000年分别招收四届新生102名,将心电学人才培养纳入正规高等医学教育范畴。同时,心电图学专著也相继问世,进一步推动了心电学的发展。自1986年起,受卫生部委托,由赵易教授负责举办“全国心电图提高班”,每年一期,现已举办14期,培养了大量的心电图骨干。1997年卫生部开展了继续医学教育项目,由陈清

启教授负责的《心电学新理论、新进展、新概念及心律失常治疗对策》研修班和吴祥教授负责的《心电图提高班》,被批准为国家级继续医学教育项目。

二、心电学检查技术及其应用范围的发展

近年来,随着科学技术的发展,心电学的新概念、新进展、新成就不断涌现,心电图检查技术得到了很大的发展,同时也扩大了应用范围,更新了检查方法。

(一)动态心电图 动态心电图是体表心电图检查范围的一大飞跃。1947年,Holter第一次完成了无线电发送病人脑电流的装置,进而又致力于心脏电活动的研究,1949年他用远距离遥测方法记录到青蛙的心电图。最初的无线电发射机笨重,信号发射距离很短。50年代中期,随着晶体管的发明和应用,以随身携带记录仪取代了无线电发射机,实现了磁带记录小型机,并可连续记录10小时;随后又研究出60倍于实际记录速度的快速回放及显示技术,它能够在阴极射线示波屏上连续重叠显示回放的心电图波群,经过改进,可以做到以实际速度复印于普通心电图纸上,并将随着心率的改变而变化的音响信号与心电图波群叠加显示紧密配合,成为视听叠加心电图。60年代以后,随着印刷线路板和晶体管等小型电子元件的出现,记录仪更加准确和小型化,记录时间可以长达24~48小时,回放系统也更加精密,并能通过对模拟信号的自动分析运算,计算出心率、异位心搏和ST-T段改变,而且实现了双通道显示。

60年代后期,动态心电图已被广泛应用于临床诊断。在研究心肌缺血、心律失常、心血管疾病流行病学调查等方面有非常重要的价值。新型动态心电图机功能更加完善,除三通道记录24小时心电图外,还可记录动态脑电图、动态血压、动态呼吸,尤其微机化的动态心电图还具有心率变异性分析功能和可记录信号平均心电图,能够通过Holter连续记录的24小时ECG信号进行心率变异分析或发现心室晚电位,这些是预测心源性猝死的主要指标。Holter临床应用的突出进展,突破了以往仅用于心律失常和心肌缺血分析的观点,提高了Holter的临床应用价值。

我国从70年代末期引进国外动态心电图仪器并应用于临床诊断以来,发展较快。1980年国产

动态心电图记录仪研制成功,但其记录时间只有 1~2 小时。80 年代中期我国首次研制成功全套动态心电图仪,可以记录 24~26 小时,能够检测主要心律失常并能自动分析。

(二) 遥测心电图 遥测心电图的原理是基于 Holter 技术,但与动态心电图在仪器、记录、分析手段、应用范围及临床价值方面均有不同。动态心电图须经 24 小时后才能回放、分析,遥测心电图则是利用遥测遥感技术,使心电图记录信号远程传递,及时接收回放,不仅用于心脏病患者的监护,也可用于宇航员、潜水员等特殊环境中心电活动的监护。从 50 年代第一台将电子遥测装置与磁带录音机复合而成的 Holter 心电图记录仪,到 70 年代以微机处理为基础的智能型 Holter 系统遥测心电图的研究,发展很快。80 年代已出现能放过正常心电信号而仅捕捉突发变异信号的商品化佩带式心电图智能遥测监护仪。利用遥测心电监护系统能实时检测和分析心电信号,判断心律失常信号,并在发现心律失常后能自动以声、光报警,同时启动记录器进行取舍性记录,或通过电话系统将异常电信号传送到中心医院的计算机系统进行处理和诊断,亦可通过佩带的检测器中的微型发射装置,将突变的心电数据发送到离身的收录机上进行记录和回放,可连续检测长达 4~7 天。目前遥测心电图已广泛应用于临床。我国许多大城市建立了电话心电图中心,实施心脏病患者的远程监护。

(三) 体表信号平均心电图 信号平均技术最早于 60 年代初期应用于心脏病学,主要目的是减少噪声。由于两方面原因使这一技术应用于心电图记录方面:①所需要的信号振幅虽足够大,但噪声干扰也很突出,如运动试验心电图;②检查记录的信号非常小,被常规背景噪声所掩盖,例如一些微伏级信号,希-浦系统的电活动和心脏损伤区的电活动(心室晚电位),这些电活动的电压水平多在 0.2~10 μ V,用常规心电图记录不到,如果试图通过放大其振幅进行记录,那么,噪声也将同时被放大,所以必须有效地消除或降低噪声。采用信号平均技术进行处理,可将多次信号进行平均或叠加,使规则的、反复的微弱信号得到增值或放大,而随机的非反复性噪声便被消除或减少,使心电图能够记录到微伏级信号。目前心室晚电位、体表希氏图、频谱心电图等检查技术,都是基于信号平均技

术。

1. 体表希氏束电图 1974 年, Lazzara 和 Stopczyk 同时报道了在人体体表记录心脏传导系统电活动的可能性,所采用的方法都是依次进行高增益模拟信号放大、滤波数字信号平均,目的是记录由希-浦系统除极引起的位于 P-R 段的体表电活动。1974 年 Flower 等采用 QRS 波触发的信号平均技术记录到希氏束电图,这种方法没有创伤性,得到了临床应用。随后人们又对体表记录希氏束电图的方法学和临床意义等进行了大量研究,取得了较大的进展。

2. 心室晚电位 心室晚电位是出现于 QRS 终末部和 ST 段的高频、低振幅电活动,由受损心室延迟除极所致。心室晚电位首先在心外膜、心内膜直接记录中获得,1978 年, Berbari 等首次报道在狗体表、Fontaine 等首次报道在人体表,采用信号平均技术记录到心室晚电位。Freedman 等对梗塞后 5~10 日的 21 只狗进行了体表电位标测,并和心外膜标测比较,发现二者相关甚好。Comes 等对 24 例心肌梗死病人进行体外、心内膜、心外膜记录显著相关。证明应用信号平均技术可自体表无创性记录到心室晚电位。由于其无创、操作方便、可反复进行,已成为具有识别恶性心律失常高危病人的一个筛选方法。随着 R 波触发性信号平均心电图机诊断心室晚电位的应用,通过调整滤波频率、滤波方式及叠加次数等检查心房晚电位,同样取得了有意义的临床资料。近年来 Fukunami 首次用 P 波触发型信号平均心电图检查心房晚电位,取得理想效果。

3. 频谱心电图 频谱心电图是应用生物控制论及人体工程学方法,对心电信号进行频率域、时间域及空间域等多域处理和相关分析的无创性心电图检测技术。信号平均技术及快速傅立叶变换是频谱心电图的基础。

60 年代 Langer 等利用放大技术,对心电图 QRS 波群中的高频成分进行分析,发现 QRS 起始部的高频切迹或顿挫对心肌缺血、心肌炎症或退化性病变有诊断价值。1986 年 Abound 应用信号平均技术及快速傅立叶变换,对心电图中的高频成分进行分析,发现冠心病病人至少在两个导联中 QRS 波群出现频率低速带。功率谱分析,在早期冠心病出现两个单独的峰,而且其时域信号幅度降低。

Cain 指出快速傅立叶变换有助于隐匿信号的检出; Relh 等最近应用心电图频谱分析来识别心脏移植中的急性排斥反应, 集中时间域、空间域、频率域的整体信息, 经数字化处理后, 获得综合参量, 突破了传统心电图系统时间域的概念, 使心电技术有了新发展。

(四) 体表电位标测 体表心电标测是记录、显示、分析心电域的唯一方法, 心脏体表等电位图是其基本显示方式。近年来随着计算机技术的迅速发展, 体表心电标测日趋成熟。

体表电位标测可追溯到上世纪。1888 年, 英国 Waller 将物理定律用于心电研究。1910 年, Kaus 等提出体表电位传播方式, 认为心脏的电动势具有两个极性, 提出了容积导体的电流分布原理。

1914 年, Lewis 等详细标测了狗的心外膜面电活动顺序。1930 年 Barker 等在行心包切开术时, 测量了心室激动传导的正常速度。1913 年英国的 Hill 提出心脏电位分布的高线图标测法。1956 年 Nelson 报道, 在同一胸壁水平的电位分布曲线上可有峰和弦。此后, Taccardi 等继续 Nelson 的工作, 并用小型计算机绘出胸壁心电标测的等电位图和等高线图。

(五) 心脏电生理检查 心脏的电刺激始于 19 世纪末。1899 年瑞士生理学家 Prevost 将强电流直接用于心脏诱发心室纤颤, 并放电终止心律失常。1929 年 Forssmann 在自己身上证实应用一根导管很容易进入心脏内没有任何致病作用, 这一发现开创了心导管的临床应用。1945 年 Lenegre 及 Maurice 在心导管检查时首次测到心房及心室的电活动, 从此开始了心内电生理检查。1957 年, Alanis 等在离体灌注的猫和狗的肝脏, 用浮动针尖电极探查希氏区记录到一个双向波, 称其为 H 波, 并证实它是与心房或心室波不同的独立的希氏束电位。1959 年 Stuckey 和 Hoffman 等在体外循环直视下记录到人体的希氏束心电图 (HBE)。1960 年 Cirauld 等创用导管法记录人体希氏束心电图。1968 年 Scherlag 等应用造型特殊的导管由腹静脉插入, 将血管切开改为经皮穿刺, 电极送房室交界区, 记录到 HBE, 并成功记下调搏希氏束时出现的正常 QRS 波群心电图, 使其检查方法规范化, 确定了临床心电生理学这门学科。

程序刺激虽很早开始实验研究, 但直到 50 年

代才应用于临床。1952 年, Zoll 首先研究了食管内心脏电刺激术。1969 年 Burack 将食管心室调搏术应用于临床。1973 年 Montoyo 在导管电极术上取得了突破性的进展, 并首先在临床上应用经食管心房调搏法进行心脏电生理学检查。1967 年 Massumira 经静脉心导管插入进行左、右心房调搏, 开拓了心内调搏法。1971 年 Wellens 使用程序刺激法诱发或终止心动过速, 结合希氏束电图记录, 成为临床心脏电生理学检查的完整方法, 大大提高了临床心脏电生理的应用。

70 年代后, 心脏电生理检查技术取得了许多重大进展。1971 年 Mandel 应用右房超速抑制测定窦房结恢复时间 (SNRT)。1973 年 Strauss 提出应用程序右房刺激测定窦房结时间 (SACT)。同年 Josephson 研究室性心动过速, 在记录心内心电图时记录和发现了心室晚电位。1973 年 Cranefield 提出触发激动、触发性心律失常的概念。1978 年 Cramer 证实记录到的 P 波前电位就是窦房结电图。Harrmann 将这一技术应用到临床, 开始了窦房结电图的记录时代。近年心脏电生理检查从诊断转为治疗, 并取得显著成绩。

我国心脏电生理学近几十年来发展迅速。1973 年开始了导管记录心内希氏束电图的工作, 1977 年开始了窦房结电图的记录。1982 年蒋文平教授最先在国内研究、应用经食管心脏电生理检查。目前, 这种非创伤性电生理检查方法已普及到县、乡医院, 形成了具有我国特色的心脏电生理学检查。目前, 我国先后研制成心脏程序刺激仪、多导生理记录仪。1984 年我国开展了射频消融术, 与世界水平同步发展。

早期, 对抗心律失常药物均用玻璃电极技术来研究其单细胞动作电位。1966 年 Korsgen 等首先采用吸附电极进行 MAP 的研究, 虽然这一研究由于造成组织不可逆的损伤而不能在临床上推广应用, 但这一开创性工作仍在临床电生理研究中有重要意义。1983 年 Franz 设计了一根银/氯化银的接触电极, 能够方便、安全地应用于病人, 使人们通过导管在跳动中的心脏内膜上记录到稳定持久的动作电位, 为评估心肌复极时程提供了更为直接的新技术, 这比心内电图或体表心电图反映的间接时程更为准确, 因而促进了临床电生理的发展。

百余年来, 心电学不断向纵深发展, 已成为一