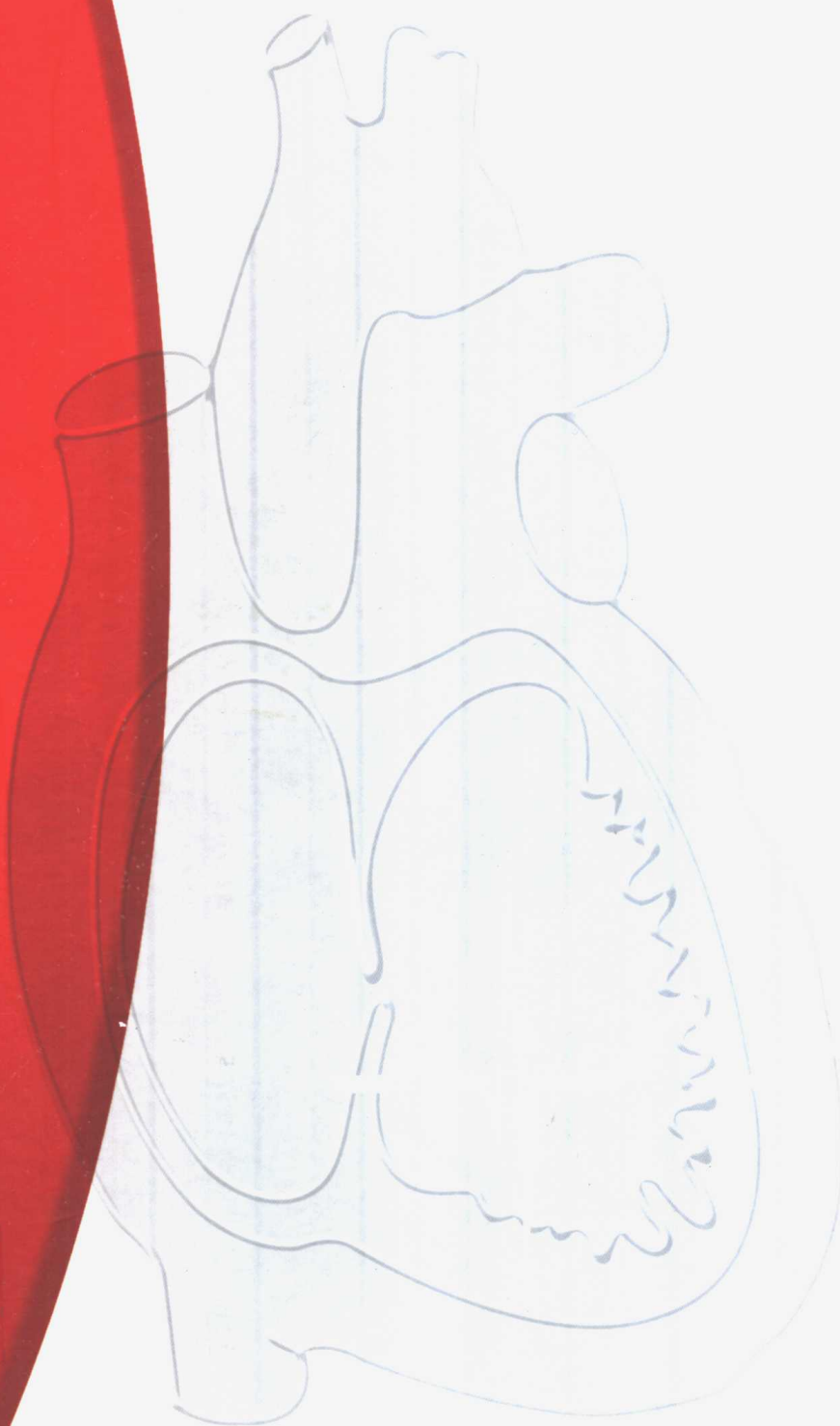


心电图学

主编 郭继鸿



人民卫生出版社

ELECTROCARDIOGRAPHY

心电图学

ELECTROCARDIOGRAPHY

主 编 郭 继 鸿

编委(按姓氏笔画排序)

马向荣 (解放军466医院)

许 原 (北京大学人民医院)

吴 祥 (浙江大学医学院附属第二医院)

张文博 (滨州医学院附属医院)

张海澄 (北京大学人民医院)

杨钧国 (华中科技大学同济医学院协和医院)

林治湖 (大连大学医学院第一医院)

高润霖 (中国协和医科大学阜外医院)

郭继鸿 (北京大学人民医院)

黄永麟 (哈尔滨医科大学第一医院)

崔长琮 (西安交通大学医学院第一医院)

谢振武 (中南大学湘雅二医院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

心电图学/郭继鸿主编. —北京: 人民卫生出版社,
2002

ISBN 7-117-05024-1

I. 心… II. 郭… III. 心电图 - 诊断

IV. R540.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 050375 号

心 电 图 学

主 编: 郭 继 鸿

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

印 刷: 北京市安泰印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 889 × 1194 1/16 印张: 95.25 插页: 2

字 数: 2849 千字

版 次: 2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-05024-1/R·5025

定 价: 181.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

Willem Einthoven

1924 年获诺贝尔医学奖获奖演说

心脏病的科学进入了新的篇章，它不是靠一个人的工作，而是许多天才的科学家，超越了任何政治藩篱，潜心钻研而成。他们在世界各地为了科学的进步，并最终为造福于深受病患折磨的人类的目标，贡献了全部的精力。

前 言

自 1887 年 Waller 描记出人类第一份心电图至今已 115 年, 而 Einthoven 将心电图技术引入临床也整整一个世纪了。心电图技术的问世极大程度地提高了心脏生理学的研究水平, 提高了心血管病的诊断能力, 甚至使整个临床医学都随之发生了改观。为此, 对心电图的创立和发展做出了巨大贡献的 Einthoven 荣获 1924 年诺贝尔医学奖。

在心电图的百年发展史中, 1942 年, 导联系统最终完善为至今沿用的 12 导联系统; 1960 年, 动态心电图 (Holter) 技术开始用于临床, 使体表心电图对心肌缺血和心律失常的诊断能力大为提高; 1968 年 Scherlag 创立的希氏束电图导管记录的方法和 1971 年 Wellens 完善的心脏程序刺激方法为现代心脏电生理学的发展奠定了基石; 1982 年和 1986 年先后开展的快速心律失常的直流电消融术、射频消融术揭开了心律失常治疗的新纪元。

心脏电生理学近年来日新月异的发展, 使心电学领域的知识爆炸性扩充和积累, 使很多传统的观点发生了根本性的转变。这种形势下, 临床医师和心电图工作者必须在心电学方面进行较大范围、有一定深度的知识更新, 才能使心电图检查技术更好地辅助临床工作。为此, 我们在传统心电图学的基础上进行了扩展, 系统地介绍了心电图电生理学和心电检查学。希望读者通过本书, 能对心电图有更深层次地理解, 形成一个宏观的全新概念, 进而拓宽心电图的应用空间, 使其发挥更大的潜能, 更好地为临床医学服务。

本书分三篇共 73 章, 由十多位基础理论造诣颇深和实践经验丰富的心电图学专家及心血管病学专家, 分别撰写相关章节, 阐述基本概念, 介绍新观点、新知识、新技术和新应用, 供广大读者参考。本书图文并茂, 每份图均经过认真挑选和精心制作, 旨在使之成为心电图工作者、内科医生、急诊科医生、心血管专科医生以及医学生和医学研究生案头必备的重要参考书和教科书。

人民卫生出版社的领导及雷亨朗编辑对本书的编写给予了大力支持, 没有他们的努力和支持, 本书不可能如期出版。在此谨向他们致以崇高敬意和诚挚感谢。

本书编写过程中, 参编各单位的诸位医师、技师及研究生在图片绘制和文字处理等方面作了大量工作, 在此对他们表示衷心的感谢。参加大量准备、制图和部分编写编辑工作的包括: 北京大学人民医院王斌教授、王立群博士, 大连大学医学院第一医院杨延宗教授, 哈尔滨医科大学第一医院曲秀芬教授, 华中科技大学同济医学院协和医院庞红、林华、黄芸、陈志坚教授, 湖南大学湘雅二医院王成教授, 滨州医学院马建群、张玉传、李翠香教授、阜外医院王春宁博士等。北京昌平中医院李立昆医师为本书精心制图, 花费了大量心血, 在此一并表示深深的感谢!

现在已进入信息时代, 技术和知识的更新和深化十分迅速。限于作者本身存在的局限性, 本书难免存在纰漏和错误, 热望前辈专家们和广大读者不吝指教。我们将在再版时作出更正及补充。

主编

郭继鸿

2002 年 6 月

纪念心电图临床应用 100 年



本书编委由左向右：许原、马向荣、林治湖、郭继鸿（主编）、张文博、崔长琮、杨钧国、黄永麟、吴祥、谢振武、雷亨朗（责任编辑）、张海澄

目 录

第1篇 临床心电图

第1章	绪论	(3)
第2章	心脏电生理	(13)
第3章	心电图产生的基本原理	(53)
第4章	心电图导联系统	(73)
第5章	心电图机	(97)
第6章	正常心电图	(119)
第7章	心房肥大和心室肥大心电图	(139)
第8章	心肌缺血心电图	(159)
第9章	心肌梗死心电图	(177)
第10章	心肌和心包疾患心电图	(219)
第11章	先天性心脏病心电图	(237)
第12章	其他疾患心电图	(257)
第13章	药物影响及电解质紊乱心电图	(279)
第14章	小儿和胎儿心电图	(307)
第15章	心律失常概论	(337)
第16章	窦性心律失常	(353)
第17章	病态窦房结综合征	(377)
第18章	过早搏动	(401)
第19章	逸搏与逸搏心律	(439)
第20章	阵发性室上性心动过速	(455)
第21章	房性心动过速	(487)
第22章	心房扑动与心房颤动	(509)
第23章	室性心动过速	(545)
第24章	心室扑动与心室颤动	(595)
第25章	房内阻滞	(607)
第26章	房室阻滞	(617)
第27章	室内阻滞	(643)
	[附] Lev氏病	(668)
第28章	并行心律	(681)
第29章	预激综合征	(709)
第30章	长QT间期综合征	(751)
第31章	早期复极综合征	(767)

第 32 章	心脏起搏心电图	(777)
第 33 章	心律失常心电图梯形图解法	(819)
第 34 章	心电图临床与自动分析的标准化	(841)

第2篇 心电图电生理学

第 35 章	非缺血性 ST-T 改变	(851)
第 36 章	U 波	(871)
第 37 章	J 波 (Osborn 波)	(885)
第 38 章	Epsilon 波	(895)
第 39 章	非梗死性 Q 波	(901)
第 40 章	不应期与心电图	(925)
第 41 章	干扰、脱节与房室分离	(937)
第 42 章	文氏现象	(957)
第 43 章	节律重整	(975)
第 44 章	隐匿性传导	(985)
第 45 章	超常传导和韦金斯基现象	(999)
第 46 章	差异性传导	(1011)
第 47 章	3 相阻滞和 4 相阻滞	(1027)
第 48 章	各向异性与心电图	(1041)
第 49 章	折返现象与心电图	(1051)
第 50 章	2 相折返	(1075)
第 51 章	心肌 M 细胞的电生理特性和临床意义	(1095)
第 52 章	拖带现象	(1115)
第 53 章	蝉联现象	(1125)
第 54 章	连缀现象	(1135)
第 55 章	裂隙现象	(1149)
第 56 章	钩拢现象	(1157)
第 57 章	二联律法则与长短周期现象	(1163)
第 58 章	触发激动	(1169)
第 59 章	其它心电现象	(1177)
第 60 章	Brugada 综合征	(1183)

第3篇 心电检查学

第 61 章	QT 间期离散度	(1197)
第 62 章	P 波离散度	(1215)
第 63 章	T 波电交替	(1223)
第 64 章	运动负荷试验和运动心电图	(1241)
第 65 章	动态心电图	(1271)
第 66 章	心率变异性	(1285)
第 67 章	食管心电图	(1305)
第 68 章	经食管心房调搏	(1327)
第 69 章	临床心脏电生理检查	(1379)

第 70 章	心向量图	(1413)
第 71 章	信号平均心电图	(1461)
第 72 章	体表心电位图	(1471)
第 73 章	心磁图	(1497)
附录		(1505)
索引		(1509)

Contents

Preface

Chapter 1	Introduction	(3)
Chapter 2	Cardiac electrophysiology	(13)
Chapter 3	Basic principle of electrocardiogram	(53)
Chapter 4	Lead systems of electrocardiogram	(73)
Chapter 5	Electrocardiograph	(97)
Chapter 6	Normal electrocardiogram	(119)
Chapter 7	Electrocardiogram of atrial enlargement and ventricular enlargement	(139)
Chapter 8	Electrocardiogram of myocardial ischemia	(159)
Chapter 9	Electrocardiogram of myocardial infarction	(177)
Chapter 10	Electrocardiogram of myocardial and pericardial diseases	(219)
Chapter 11	Electrocardiogram of congenital heart diseases	(237)
Chapter 12	Electrocardiogram of miscellaneous diseases	(257)
Chapter 13	Electrocardiogram of drug influence and electrolyte disturbance	(279)
Chapter 14	The Electrocardiogram of children and fetuses	(307)
Chapter 15	General survey of cardiac arrhythmias	(337)
Chapter 16	Sinus arrhythmias	(353)
Chapter 17	Sick sinus syndrome	(377)
Chapter 18	Premature beat	(401)
Chapter 19	Escape beat and escape rhythms	(439)
Chapter 20	Paroxysmal supraventricular tachycardia	(455)
Chapter 21	Atrial tachycardia	(487)
Chapter 22	Atrial flutter and atrial fibrillation	(509)
Chapter 23	Ventricular tachycardia	(545)
Chapter 24	Ventricular flutter and ventricular fibrillation	(595)
Chapter 25	Intraatrial conduction block	(607)
Chapter 26	Atrioventricular block	(617)
Chapter 27	Intraventricular block	(643)
Chapter 28	Parasystole	(681)
Chapter 29	Preexcitation syndrome	(709)
Chapter 30	Long QT syndrome	(751)
Chapter 31	Early Repolarization syndrome	(767)
Chapter 32	Cardiac pacing electrocardiogram	(777)
Chapter 33	Electrocardiographic ladder diagram of arrhythmias	(819)



Chapter 34	Standardization of ECG clinical practice and autoanalysis	(841)
Chapter 35	Non-ischemic ST segment and T wave changes	(851)
Chapter 36	U wave	(871)
Chapter 37	J wave (Osborn wave)	(885)
Chapter 38	Epsilon wave	(895)
Chapter 39	Noninfarctional Q wave	(901)
Chapter 40	Refractory period and electrocardiogram	(925)
Chapter 41	Interference and interference atrioventricular dissociation	(937)
Chapter 42	Wenckebach phenomenon	(957)
Chapter 43	Rhythm reset	(975)
Chapter 44	Concealed conduction	(985)
Chapter 45	Supernormal conduction and wedensky phenomenon	(999)
Chapter 46	Aberrant conduction	(1011)
Chapter 47	Phase 3 block and phase 4 block	(1027)
Chapter 48	Anisotropy and electrocardiogram	(1041)
Chapter 49	Reentry and electrocardiogram	(1051)
Chapter 50	Phase 2 reentry	(1075)
Chapter 51	M cell's electrophysiological characteristics and clinical implication	(1095)
Chapter 52	Entrainment phenomenon	(1115)
Chapter 53	Linking phenomenon	(1125)
Chapter 54	Beget phenomenon	(1135)
Chapter 55	Gap phenomenon	(1149)
Chapter 56	Acchrochage phenomenon	(1157)
Chapter 57	Rule of bigeminy and long-cycle-short-cycle phenomenon	(1163)
Chapter 58	Triggered activity	(1169)
Chapter 59	Other electrocardiac phenomenon	(1177)
Chapter 60	Brugada syndrome	(1183)
Chapter 61	QT dispersion, Q Td	(1197)
Chapter 62	P Wave dispersion	(1215)
Chapter 63	T wave alternans	(1223)
Chapter 64	Exercise stress testing and exercise electrocardiogram	(1239)
Chapter 65	Ambulatory electrocardiogram	(1271)
Chapter 66	Heart rate variability	(1285)
Chapter 67	Transesophageal electrocardiogram	(1305)
Chapter 68	Transesophageal atrial pacing	(1327)
Chapter 69	Clinical electrophysiologic study	(1379)
Chapter 70	Vectorcardiogram	(1413)
Chapter 71	Signal averaged electrocardiogram	(1461)
Chapter 72	Body surface potential mapping	(1471)
Chapter 73	Magnetocardiogram	(1497)
Appendix		(1505)
Index		(1509)

心电图学

第1篇

◆
◆
◆

临床心电图

第1章 绪 论

Introduction

郭 继 鸿

内 容 提 要

心电图临床应用的百年回顾	4	二、指导临床治疗中的应用	11
一、心电图的先驱	4	1. 指导急性心肌梗死的治疗	11
二、心电图导联系统	5	2. 指导和监测抗心律失常药物的 使用	11
三、传导系统的发现	6	3. 射频消融的术前准备和术后 随访	11
四、心电图的重要现象	7	4. 了解心脏起搏器及 ICD 的工作 情况	12
五、心电图的特殊命名的波	9	三、在临床预测、判断预后及危险 分层中的应用	12
六、心电检查技术	10	1. 房颤的预测	12
心电图的临床应用及发展	10	2. 室颤的预测	12
一、在临床诊断中的应用	10		
1. 解剖与形态学诊断	10		
2. 病理学及病理生理学诊 断	11		
3. 心律失常的诊断	11		

大约 200 多年前,人类就已开始对动物体内的生物电进行研究,1791 年 Galvani 利用电鳗对蛙的肌肉、神经和心脏进行刺激。19 世纪中叶,有人观察到蛙心跳动时会产生电活动。1875 年出现了一项重要的技术,这就是 Gabriel Lippmann 发明的汞毛细管电流计。1887 年 Augustus Waller 应用汞毛细管电流计描记出人类第一份心电图。但汞柱对电活动的记录不够敏感,于是 Ader 发明了一种新型电流计——弦线式电流计。Einthoven 对弦线式电流计进行了改良并用于心电图的记录,1903 年 Einthoven 发表了题为“一种新的电流计”的里程碑式重要文章。因 Einthoven 对心电图的创立和发展做出的巨大贡献荣获了 1924 年度的诺贝尔医学奖。

心电图应用于临床已经整整一个世纪,作为一门独立的临床检查诊断学科自成体系,随着科学进步,新技术的不断涌现使心电图学派生出许多分支,并显示出勃勃的生机。本章简介心电图技术的历史溯源,临床应用现状及发展趋势。

心电图临床应用的百年回顾

1903 年 Einthoven 应用弦线式电流计记录出比较精细的人类心电图, 并开始运用于临床, 至今已逾百年。心电图的百年发展史, 涵盖了导联系统的建立、心脏特殊传导系统的发现、众多心电图现象和法则的认识、心电图概念和理论的建立与发展。回顾心电图的发展历史, 对我们能够产生巨大的启迪和激励。

一、心电图的先驱

1. A·Waller (1856—1922) 是英国杰出的生理学家, 出生于法国巴黎, 逝世于伦敦。先后在法国、德国、英国就学, 主攻生理学, 在圣马丽医院教授生理学 16 年。1902 年任伦敦大学生理实验室主任。

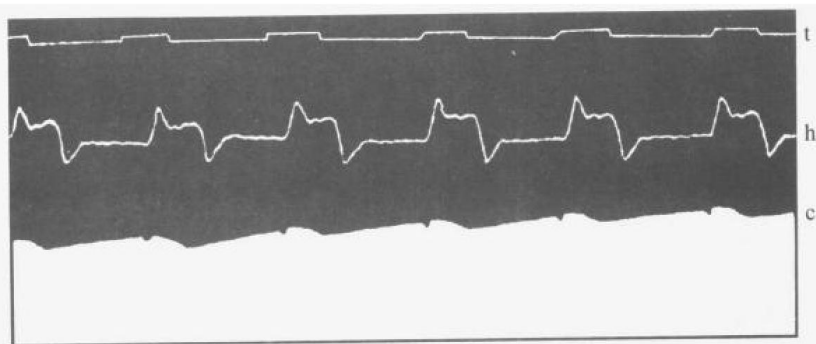


图 1-1 Waller 在 1887 年应用 Lippman 汞毛细管静电计记录的人类第一份心电图

Waller 多年致力于心电现象的记录与研究。1887 年, Waller 应用 Lippman 汞毛细管静电计记录了人类第一份心电图, 并将该图中的两个波分别标为 V_1 和 V_2 (图 1-1)。

2. 心电图之父 Willem Einthoven (1860—1927) 出生在印度尼西亚的爪哇岛, 10 岁后返回荷兰。1879 年在 Utrecht 大学攻读医学。1885 年任 Leiden 大学生理学教授, 直到逝世。1887 年 Waller 记录心电图的成功激发了 Einthoven 对心电图的研究兴趣。1895 年, Einthoven 开始致力于改进汞毛细管静电计的研究。

Einthoven 应用弦线式电流计记录到更为精细的心电图。经过数学校正, 将原来的 4 个波增加为 5 个, 并命名为 P、Q、R、S 和 T 波 (图 1-2)。1903 年, Einthoven 的《一种新的电流计》论文发表, 其记录的心电图及命名法立即得到广泛承认。因此, 1903 年被确定为

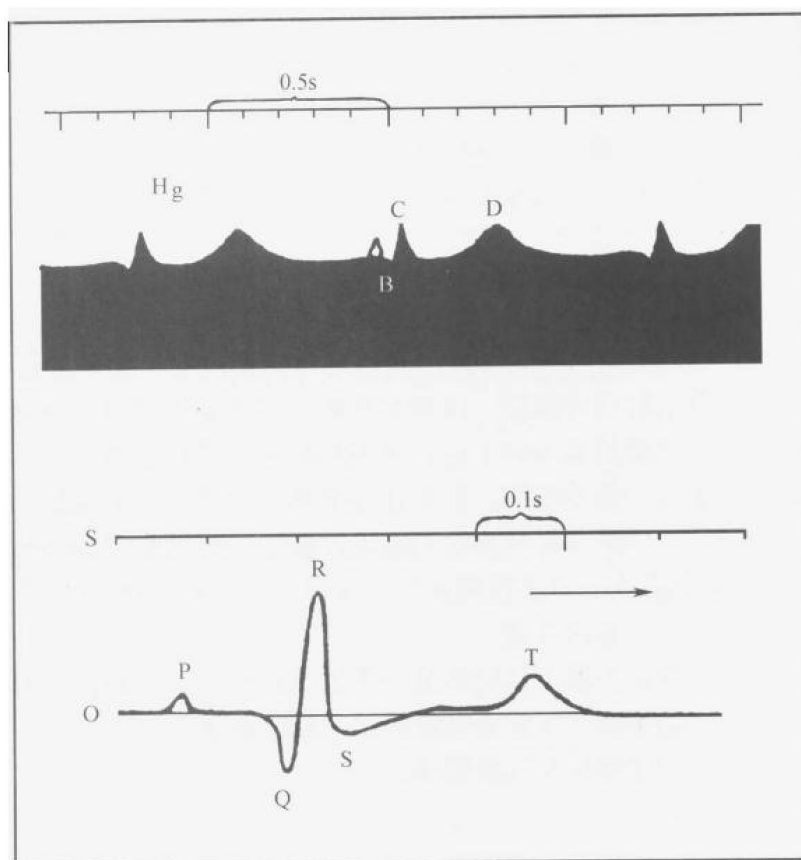


图 1-2 Einthoven 应用弦线式电流计记录的心电图

心电图开始应用的时间。

1903年后, Einthoven发现和记录了U波。1913年, 提出著名的“Einthoven三角”理论(图1-3), 同年创立心电图标准双极肢体导联记录系统。1924年荣获诺贝尔医学奖。此时, A·Waller已谢世, 未能分享这一殊荣。

1927年, Einthoven因腹部癌症不幸逝世。鉴于他对心电图理论和记录技术的开创性功绩, Einthoven被誉为心电图之父。

二、心电图导联系统

心电图导联系统的演进漫长而曲折。

1. Einthoven 和双极肢体导联

最初, 人们对心电图导联系统的价值并不了解, 常采用心前区和口腔或心前区和食管连接构成导联。1906年, Einthoven将病人右臂、左臂和左腿的电极两两连接后, 接到弦线式电流计上, 记录出振幅较高、图形稳定的I、II、III导联心电图。并通过数学计算, 提出心脏电位的Einthoven等边三角形理论(图1-3)。此后, 这一导联系统作为心电图的标准导联推广和应用了几十年。

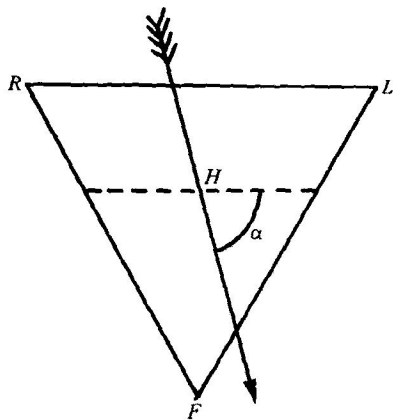


图 1-3 Einthoven 三角

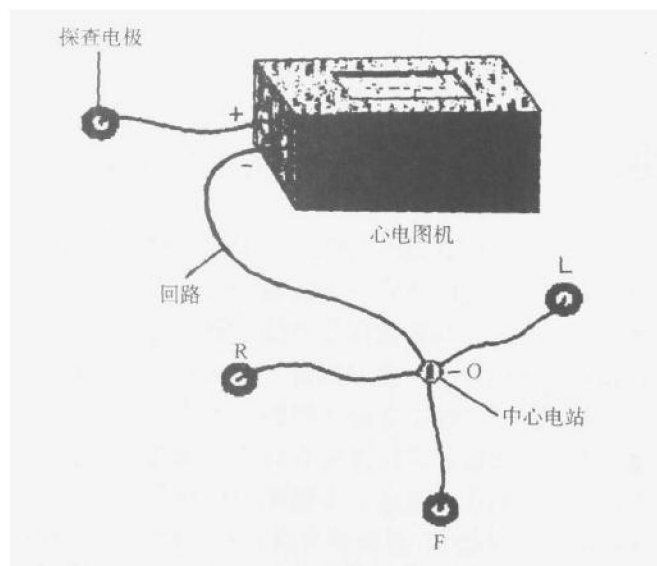


图 1-4 Wilson 提出的 VL、VR、VF 三个单极肢体导联构成示意图

2. Wilson 和胸前导联系统

1920年英国剑桥大学著名教授 Sir Thomas Lewis (1881—1945) 发现 Einthoven 的双极标准导联系统存在严重缺陷, 其只反映额面而不能反映水平面的心电图向量变化, 因而他开始了心电图胸前导联系统的研究。最初共设定了 $V_1 \sim V_5$ 五个胸导联, V_1 、 V_2 位于胸骨右侧, $V_3 \sim V_5$ 位于胸骨左侧。由于胸导联的记录电极更加靠近心脏, 其记录的心电图波幅明显高于双极肢体导联。

Lewis 的心电图胸前导联的研究工作最后由他的最得意学生 Wilson 在 1932—1934 年完成。Wilson 是美国密西根大学的教授, 其最重要贡献就是创立了 Frank Wilson 十二导联系统。

Wilson 将右臂、左臂和左腿采集的心电信号相加得到零电位, 称为中心电端或无关电极, 创立了至今仍在沿用的胸前单极导联 ($V_1 \sim V_6$)。此外, 在 Einthoven 提出的三个标准肢体导联的基础上, Wilson 还提出了三个单极肢导 VL、VR、VF (图 1-4), 总计十二导联系统。第二次世界大战的爆发使他中断了研究。

Wilson 的 VL、VR、VF 导联记录的心电图振幅小, 不利于阅读和观察, 故未广泛应用于临床。

3. Emanuel Goldberger 和单极肢体加压导联

1942 年, Emanuel Goldberger 发现不用放大器, 仅通过切断该肢体电极与中心电端的联系就能将 Wilson 单极肢体导联心电图图形的振幅放大, 形成了至今仍在延用的单极肢体加压导联 (aVR、aVL、aVF) (图 1-5)。

至此, 体表心电图标准的十二导联系统历经 36 年先后被提出, 其由 Einthoven 双极肢体导联 (3 个, 1906 年), Wilson 胸前导联 (6 个, 1932 年) 及 Goldberger 单极肢体加压导联 (3 个, 1942 年) 组成。

4. 其它导联系统

(1) 双极胸导联 出现于 20 世纪 70 年代, 目前已很少使用。1977 年 Fortain 利用双极胸导联首先提出了 Epsilon 波。将正极置于胸部, 负极置于肢体, 即成为双极胸导联。负极可置于右上肢、左上肢或左下肢, 分别称之为 CR、CL、CF 导联; 正极可分别置于单极胸导联相同的部位。

(2) Nehb 导联 以德国为主的一些欧洲的心脏病学家仍使用 Nehb 导联。该导联由 3 个双极胸导联组成, 3 个电极放在胸部, 可用单道心电图仪记录这些导联的心电图。

(3) 头胸导联 (HC) 又称尹氏导联 1973 年由我国学者尹炳生设计的一种新型导联系统, 目的是用单极导联对心脏进行全方位诊断。他认为右前额距心电源较远, 衰减明显, 电信号较弱; 此外, 右前额正对着心电活动弱的心底部, 是心脏最后的除极化区, 其除极化方向背向体表, 与右前额的轴线几乎成直角, 心底部的电活动对右前额影响小。因此 HC 导联参考点选取右前额, 此参考点与接地电极无显著差异, 接近理想的“0”点, 能使 P、R、T 正相波能完整的表现出来。HC 导联系统可能是一个有前景的导联系统, 其理论体系目前还处于探索研究阶段。

(4) Frank 正交导联 近年来很多人重新推荐采用 Frank 正交心电图导联体系, 认为其可加强心电图诊断与解剖学改变的联系, 并能减少导联数, 即只需采用互相垂直的 X、Y、Z 三个导联, 分别显示左右、上下、前后三个轴向上的心电图。但临床应用资料尚少, 还需积累更多的资料和经验。

(5) F 导联系统 标准的肢体导联中惟有 aVR 导联记录出的 P、QRS、T 波呈倒置导联轴。50 多年来 Cabrera 等学者建议将 aVR 逆转成 -aVR, 使其角度恰处于 I 导联轴 (0°) 和 II 导联轴 (60°) 之间的 $+30^\circ$ 。这样将 I、II、III 和 aVL、-aVR、aVF 穿插合并, 便形成额面导联系统——F 导联系统。

(6) 此外还有食管导联、动态心电图导联、心电监测导联以及运动试验心电图导联等系统。

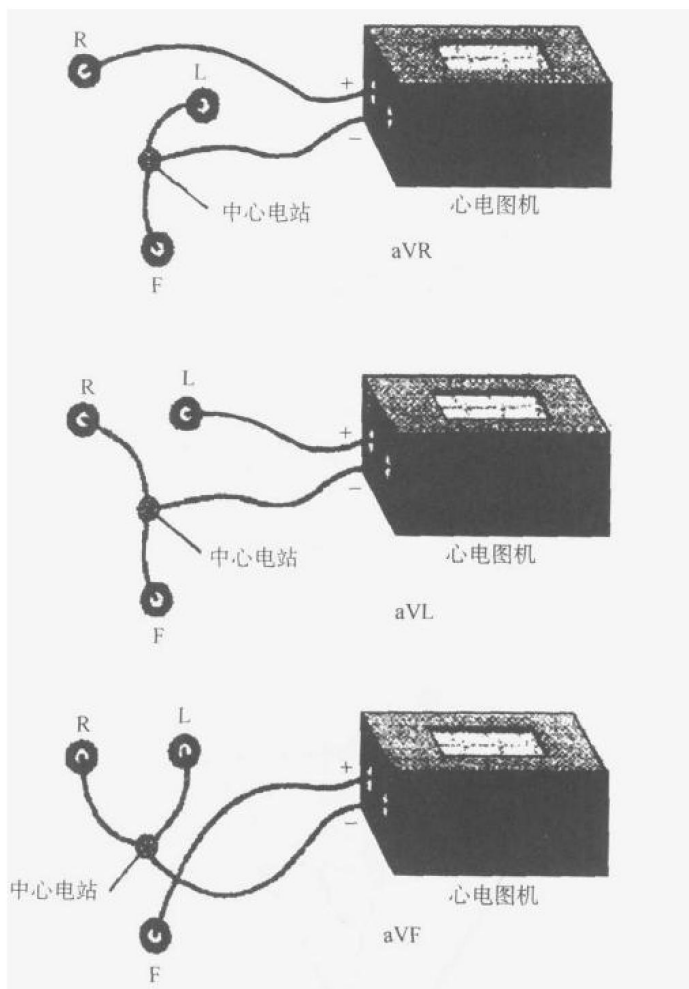


图 1-5 Emanuel Goldberger 提出的单极肢体加压导联系统

三、传导系统的发现

心脏特殊传导系统的发现顺序从下到上, 恰与其传导方向相反。