

中国科学院 南京地质古生物研究所 编

# 临床心脏电生理学

南京地质古生物研究所 编

CLINICAL  
CARDIAC  
ELECTROPHYSIOLOGY

●石毓澍 李忠诚 吴健毅 樊保林 著

---

临床心脏电生理学

---

天津科学技术出版社

责任编辑:郝俊利

CLINICAL CARDIAC ELECTROPHYSIOLOGY

临床心脏电生理学

石毓澍 李忠诚 吴健毅 樊保林 著

\*

天津科学技术出版社出版

天津市张自忠路189号 邮编300020

天津新华印刷二厂印刷

新华书店天津发行所发行

\*

开本787×1092毫米 1/16 印张34.5 插页1 字数793 000

1989年第1版

1997年5月第2版

1997年5月第2次印刷

印数:3 501—6 600

ISBN 7-5308-0390-5

R·115 定价:85.00元

## 内 容 提 要

本书为1988年初版的修订版本,与初版相比,除了各章的内容有较大增改外,还增加导管消融一章。

全书共分十二章,依次介绍心脏细胞电生理学、临床心脏电生理学检查与希氏束电图、房性心律失常、病窦综合征、阵发性室上性心动过速、室性心动过速、晕厥、预激综合征、抗心律失常的药物、人工心脏起搏、导管消融。书中重点介绍各种心律失常的诊断与治疗。

## 前 言

生物体内各组织和器官活动时,无不伴有电的变化,这些统称为生物电现象。心肌细胞在其活动过程中,也始终伴随着一系列电活动变化。心脏的电生理变化与某些心脏病,尤其是各类型的心律失常有密切关系。近三四十年来,许多学者利用细胞内微电极、电压固定技术、放射性同位素等实验方法,测定了心脏在正常和异常情况下的电位变化、心肌细胞内外离子转运等,为深入理解心脏电生理学增添了许多重要内容。

用体表心电图法诊断心律失常是很有价值的方法。近年来又有动态心电图、体表标测图等方法予以补充,使心电图法日趋完善。不过这些方法所得结果终有一定限度。目前来看,用电极导管直接记录传导系统及心腔内电活动,了解其电生理学特点则是一项更直接的方法。

自1945年Lenegre及Maurice二氏首先记录下右心房及右心室电活动后,引起许多学者的重视。但真正首次记录下希氏束电图的是Giraud、Latour及Puech三氏(1960年),到1968年Scherlag、Helgant及Damoto三氏经过艰苦摸索,将检查方法加以规范,目前已为世界各地所采用。以后,1971年Wellens氏又倡用程序电刺激法,目前此法已是电生理学研究中不可缺少的方法。

当前,临床心脏电生理学已成为一门独立学科,与其他检查方法相互补充,在心律失常的诊断、机制的研究,以及药物的电效应(电药理学)研究中起到重要作用。同时它的研究成果对预激综合征、室性及室上性心动过速的心内膜标测都起到决定性作用;该学科的发展已不仅仅停留于诊断方法上,而且正在向治疗手段方向迈进。现在,世界上不少学者正在进行这方面的研究,我国也不落后,许多医院开展了这项工作。另外,我们也深深体会到许多初学的医生苦无一本中文心脏电生理学书籍引路。作者不揣冒昧,以自己多年所收集资料,深入浅出,编著此书,以飨读者,裨有益于开展工作。

全书共分十二章,从基础理论开始,方法学着眼,重点介绍了各种心律失常的诊断和治疗。由于经验所限,书中难免有谬误之处,尚祈读者指正。

**编 著 者**

1988年1月于天津

## 再 版 前 言

拙著《临床心脏电生理学》一书的首版于1988年问世,已八载有余。在此期间我国各地的心电生理学工作有了蓬勃的发展,世界各地也结下了更丰硕的科研成果,尤其是射频导管消融技术的引入,使得电生理学检查更具有明确的目的性。在此富有挑战性的时期,我们决心重修本书以满足读者的需要。

本书着重介绍的是心电生理学的基本知识,至于心律失常的全貌请参考拙著《临床心律学》一书,这两者可称为姐妹篇。

在本版中特邀请留美学者,细胞电生理学专家吴健毅及樊保林两位博士撰写细胞电生理学一章;我们对室上性及室性心动过速的一些章节做了重大修改;心房扑动及颤动一章中引进了近些年较为肯定的成果;在人工起搏一章增添了新的内容;此外更增加了导管消融专章,由李忠诚教授做了全面的介绍;务期使广大读者能汲取实用的知识。

科学虽然飞速发展,但本书所能引用的只是那些比较肯定的资料。内容力求扼要实用,避免繁杂冗长。如果本书能对临床电生理学工作者有所裨益,则著者将深感慰藉。

本书编审工作由郝俊利大夫精心努力,修改文表,特表谢忱。

**著 者**

1996年1月于天津

## 著 者

- 石毓澍 教授 天津医科大学第二医院,心脏病学研究所。天津河西区平江道,邮编 300211。
- 李忠诚 教授 天津天和医院,心脏科。天津和平区睦南道,邮编 300050
- 吴健毅 Dr. Jian-yi Wu, M. D. Department of internal medicine, School of Medicine, University of Oklahoma. Oklahoma City. Oklahoma 73034 U. S. A. 美国。
- 樊保林 Dr. Baolin Fan, M. D. Department of Internal medicine, St. Luke's Hospital, Teaching affiliated of University of Missouri-Columbia Health Science Center. 222 South Woods Mill road. St. Louis, Mo 63017, U. S. A. 美国。



# 目 录

<b>1. 心脏细胞电生理学</b> .....	(吴健毅 樊保林)
1.1 心肌细胞及其膜电位 .....	( 3 )
1.2 心肌细胞各离子电流 .....	( 12 )
1.3 心肌细胞内游离钙 .....	( 20 )
1.4 间隙连接 .....	( 22 )
1.5 心脏电生理基本特征 .....	( 26 )
1.6 心律失常的电生理机制 .....	( 29 )
<b>2. 临床电生理学检查与希氏束电图</b> .....	(石毓澍)
2.1 设备 .....	( 41 )
2.2 希氏束电图 .....	( 43 )
2.3 常规电生理检查 .....	( 49 )
2.4 心脏对心房期外刺激的传导类型 .....	( 60 )
2.5 增速调搏 .....	( 60 )
2.6 房室传导的裂隙现象 .....	( 69 )
2.7 电生理检查的适应症 .....	( 78 )
2.8 电生理检查室的急救工作 .....	( 81 )
<b>3. 房性心律失常</b> .....	(石毓澍)
3.1 房性早搏及心动过速 .....	( 87 )
3.2 心房扑动 .....	( 97 )
3.3 心房纤颤 .....	( 108 )
<b>4. 病窦综合征</b> .....	(李忠诚)
4.1 概论 .....	( 129 )
4.2 临床特点 .....	( 131 )
4.3 窦房结功能检查 .....	( 138 )
4.4 窦房结电图的应用 .....	( 151 )
4.5 直立倾斜试验 .....	( 155 )
4.6 小结 .....	( 157 )
<b>5. 阵发性室上性心动过速</b> .....	(石毓澍)
5.1 室上性心动过速的起源部位及机制的心电图诊断 .....	( 163 )
5.2 电生理学检查 .....	( 177 )
5.3 房室结折返性心动过速 .....	( 179 )

5.4	隐匿性附加束引起的阵发性室上性心动过速 .....	(205)
5.5	窦结折返性心动过速 .....	(220)
5.6	心房内折返性心动过速 .....	(225)
5.7	折返性室上性心动过速的治疗原则 .....	(228)
<b>6.</b>	<b>室性心动过速</b> .....	(石毓澍)
6.1	慢性持续性室性心动过速的临床诊断 .....	(238)
6.2	心电图鉴别宽 QRS 心动过速 .....	(240)
6.3	电生理学检查 .....	(246)
6.4	临床类型及其机制 .....	(261)
6.5	心室纤颤及易损性 .....	(287)
<b>7.</b>	<b>房室及室内传导阻滞</b> .....	(石毓澍)
7.1	房室传导阻滞的分型 .....	(299)
7.2	房室传导阻滞的电生理学诊断 .....	(303)
7.3	阵发性房室传导阻滞的电生理学机制 .....	(310)
7.4	室内传导障碍 .....	(315)
<b>8.</b>	<b>晕厥</b> .....	(石毓澍)
8.1	病因 .....	(325)
8.2	病理生理学 .....	(326)
8.3	临床诊断 .....	(327)
8.4	治疗及预防 .....	(329)
<b>9.</b>	<b>预激综合征</b> .....	(石毓澍)
9.1	W-P-W 综合征的体表心电图及其分型 .....	(336)
9.2	电生理学特点 .....	(353)
9.3	W-P-W 综合征与心动过速 .....	(374)
9.4	治疗原则 .....	(385)
9.5	L-G-L 综合征 .....	(387)
<b>10.</b>	<b>抗心律失常的药物</b> .....	(石毓澍 吴健毅)
10.1	药物分类 .....	(399)
10.2	各类药物的主要作用机制 .....	(400)
10.3	常用药物 .....	(402)
10.4	抗心律失常药物引起的心律失常 .....	(423)
<b>11.</b>	<b>人工心脏起搏术</b> .....	(石毓澍)
11.1	人工心脏起搏的基本概念 .....	(431)
11.2	起搏器的类型及编码 .....	(437)
11.3	永久起搏器的埋藏技术 .....	(445)
11.4	埋藏起搏器的随诊及并发症 .....	(458)
11.5	永久起搏的适应症 .....	(466)
11.6	如何选择起搏器 .....	(469)
11.7	起搏心电图 .....	(471)

---

11.8	频率应答型心脏起搏器的现状及未来.....	(484)
12.	心律失常的导管消融治疗.....	(李忠诚)
12.1	导管消融术.....	(501)
12.2	预激综合征的消融治疗.....	(502)
12.3	房室结折返性心动过速的消融.....	(506)
12.4	室性心动过速的消融治疗.....	(509)
12.5	房性心动过速的消融治疗.....	(518)
12.6	心房扑动和心房纤颤的消融治疗.....	(521)
12.7	化学消融治疗.....	(526)
12.8	消融治疗的并发症.....	(527)

# Contents

<b>1. Electrophysiology of cardiac cell (by Jian-yi WU &amp; Bao-lin FAN)</b>	
1.1 Myocardial cell and transmembrane potential .....	( 3 )
1.2 Current of ions .....	( 12 )
1.3 Free calcium in myocardial cell .....	( 20 )
1.4 Gap junction .....	( 22 )
1.5 Basic characteristics of cardiac electrophysiology .....	( 26 )
1.6 Electrophysiologic mechanisms of arrhythmias .....	( 29 )
<b>2. Clinical electrophysiologic examination and His bundle electrogram (by Yu-shu SHI)</b> .....	
2.1 equipment .....	( 41 )
2.2 His bundle electrogram .....	( 43 )
2.3 Routine electrophysiologic examination .....	( 49 )
2.4 Types of reaction to atrial stimulation .....	( 60 )
2.5 Incremental stimulation .....	( 60 )
2.6 Gap phenomena .....	( 69 )
2.7 Indication of Electrophysiologic study. ....	( 78 )
2.8 Emergency in laboratory of electrophysiologic study. ....	( 81 )
<b>3. Atrial arrhythmias (by Yu-shu SHI)</b>	
3.1 Atrial premature beat and tachycardia .....	( 87 )
3.2 Atrial flutter .....	( 97 )
3.3 Atrial fibrillation .....	( 108 )
<b>4. Sick sinus syndrome (by Zhong-cheng LI)</b>	
4.1 General considerations .....	( 129 )
4.2 Clinical characteristics .....	( 131 )
4.3 Examination of sinus functions .....	( 138 )
4.4 Applications of sinus electrogram .....	( 151 )
4.5 Head-tilt test .....	( 155 )
<b>5. Paroxysmal supraventricular tachycardias (by Yu-shu SHI)</b>	
5.1 ECG diagnosis of the origins and mechanisms of supraventricular tachycardias. ...	( 163 )
5.2 Electrophysiologic study .....	( 177 )
5.3 A-V nodal reentrant tachycardia .....	( 179 )
5.4 Concealed accessory by-pass with paroxysmal supraventricular tachycardia. ....	( 205 )
5.5 Sinus node reentrant tachycardia. ....	( 220 )

5.6	Intraatrial reentrant tachycardia. ....	(225)
5.7	Therapeutic principles of reentrant supraventricular tachycardias. ....	(228)
<b>6.</b>	<b>Ventricular tachycardias (by Yu-Shu SHI)</b>	
6.1	Clinical diagnosis .....	(238)
6.2	ECG diagnosis of wide QRS tachycardias .....	(240)
6.3	Electrophysiologic studies .....	(246)
6.4	Clinical types and their mechanisms .....	(261)
6.5	Ventricular fibrillation and vulnerability .....	(287)
<b>7.</b>	<b>Atrio-ventricular and intraventricular blocks (by Yu-Shu SHI)</b>	
7.1	Types of atrioventricular blocks .....	(299)
7.2	Electrophysiologic diagnosis of atrioventricular blocks .....	(303)
7.3	Paroxysmal atrioventricular block .....	(310)
7.4	Intraventricular blocks .....	(315)
<b>8.</b>	<b>Syncope (by Yu-shu SHI)</b>	
8.1	Etiology .....	(325)
8.2	Patho-physiology .....	(326)
8.3	Clinical diagnosis .....	(327)
8.4	Treatment and prevention .....	(329)
<b>9.</b>	<b>Pre-excitation syndrome (by Yu-shu SHI)</b>	
9.1	Electrocardiogram and types of W-P-W syndrome .....	(336)
9.2	Electrophysiologic characteristics .....	(353)
9.3	W-P-W syndrome and tachycardias .....	(374)
9.4	Therapeutic principles .....	(385)
9.5	L-G-L syndrome .....	(387)
<b>10.</b>	<b>Anti-arrhythmic drugs (by Jianyi WU &amp; Yu-shu SHI)</b>	
10.1	Classification of drugs .....	(399)
10.2	Principal mechanisms of drugs .....	(400)
10.3	Different drugs .....	(402)
10.4	Proarrhythmias of antiarrhythmic drugs .....	(423)
<b>11.</b>	<b>Artificial cardiac pacemakers (by YU-shu SHI)</b>	
11.1	Basic notions .....	(431)
11.2	Types and code of pacemakers .....	(437)
11.3	Implantation technique of pacemaker .....	(445)
11.4	Complications and follow-up .....	(458)
11.5	Indications .....	(466)
11.6	Choice of pacemakers .....	(469)
11.7	Pacemaker electrocardiograms .....	(471)
11.8	Rate response pacemakers .....	(484)
<b>12.</b>	<b>Catheter ablation (by Zhong-cheng LI)</b>	

---

---

12. 1	Physical characteristics and choice of energy of ablation treatment .....	(501)
12. 2	Catheter ablation in pre-excitation syndrome .....	(502)
12. 3	Catheter ablation in A-V node reentry tachycardias .....	(506)
12. 4	Catheter ablation in ventricular tachycardias .....	(509)
12. 5	Catheter ablation in atrial tachycardias .....	(518)
12. 6	Catheter ablation in atrial flutter and fibrillation .....	(521)
12. 7	Actual state of chemical ablation .....	(526)
12. 8	Complications of catheter ablation .....	(527)

# 1. 心脏细胞电生理学

---

---

1.1 心肌细胞及其膜电位 .....	(3)
1.1.1 心肌细胞的类型及其动作电位 .....	(3)
1.1.2 静息电位 .....	(6)
1.1.3 动作电位 .....	(8)
1.2 心肌细胞各离子电流 .....	(12)
1.2.1 钠电流 .....	(12)
1.2.2 钙电流 .....	(13)
1.2.3 钾电流 .....	(13)
1.2.4 起搏电流 .....	(17)
1.2.5 钠/钾泵 .....	(18)
1.2.6 钠-钙交换 .....	(19)
1.2.7 氯离子电流 .....	(19)
1.2.8 背景电流 .....	(19)
1.3 心肌细胞内游离钙 .....	(20)
1.3.1 调节游离钙的因素 .....	(20)
1.3.2 心肌电-收缩偶联机制 .....	(20)
1.3.3 后电位和短暂内向电流 .....	(21)
1.4 间隙连接 .....	(22)
1.4.1 间隙连接的基本概念 .....	(22)
1.4.2 间隙连接的电生理特性 .....	(23)
1.4.3 间隙传导的调节 .....	(24)
1.5 心脏电生理基本特征 .....	(26)
1.5.1 应激性 .....	(26)
1.5.2 膜反应性 .....	(26)
1.5.3 自律性 .....	(26)
1.5.4 传导性 .....	(27)
1.5.5 不应性 .....	(27)
1.5.6 快反应纤维和慢反应纤维 .....	(29)
1.6 心律失常的电生理机制 .....	(29)

1.6.1	自律性异常 .....	(30)
1.6.2	传导异常 .....	(30)
1.6.3	折返现象 .....	(31)
1.6.4	心律失常的多因素性 .....	(34)



# 1. 心脏细胞电生理学

80年代以来,心脏细胞电生理学有了迅猛的进展。其原因是由于单细胞分离技术(Single Cell Isolation)的改进和片膜嵌压技术(Patch Clamp)的发明。在这两项技术的基础上,人们可以在单一成活的心肌细胞上观察整个细胞的电活动(Whole Cell Recording),也可以在细胞膜的单一离子通道上直接记录该

通道的电流。所得到的信息比经典微电极技术所记录到的资料更加准确、详细和可靠。为此,发明片膜嵌压术的两位主要科学家获得了1992年生理学诺贝尔奖。本章将结合近年来这些新的科研知识,对心脏细胞电生理学的各个方面作一综述。目的在于为临床实践提供一个新的理论基础。

## 1.1 心肌细胞及其膜电位

### 1.1.1 心肌细胞的类型及其动作电位

心脏是由成千上万的心肌细胞组成。根据每个细胞的电生理学特征,心肌细胞可被分为六大类。这六类细胞的基本电生理特征和主要生理功能被概括在表1.1。现将各类细胞的分布和特点概述如下:

(1) 优先起搏细胞(图1-1 A) 优先起搏细胞仅分布在心脏的窦结中,但是,正常窦结组织可有四种不同的心肌细胞,他们是优先起搏细胞,潜在起搏细胞,过渡型细胞和心房细胞。这四种细胞如何构成窦结至今仍不十分清楚,一般认为优先起搏细胞相互连接而构成优先起搏点,其外周是潜在起搏细胞和过渡型细胞,在窦结的心内膜面和靠近界嵴的地方还有一些心房肌细胞存在。激动起源于优先起搏细胞面传扩到周围的潜在起搏细胞和过渡型细胞,至于激动是如何传出窦结,目前认为并不是简单的扩散而是存在某些特殊传出通路。

优先起搏细胞呈蜘蛛状,有多个分支,这有利于细胞间的相互连结,为同步自律性提

供了解剖基础。这种细胞的表面没有横纹。所以跳动引起的收缩很微弱。在正常生理台氏液下,这种细胞能有规律地自动活动而产生动作电位,其节律最快。很多优先起搏细胞相聚在一起而构成了优先起搏点。

(2) 潜在起搏细胞(图1-1 B) 潜在起搏细胞在优先起搏点的外围,同时也存在于窦结以外的组织,包括右心房的界嵴、冠状窦、三尖瓣、房室结和优先起搏细胞一样,这些细胞也具有自律性,但具有以下的不同点:①细胞呈梭形,胞体中的细胞核较明显;②自律性节律较慢,变化范围很大,有的细胞的节律接近优先起搏细胞,有些却慢而且不规则;③动作电位幅度较高,最大舒张电位较负。其主要生理功能是将冲动从优先起搏细胞传出,同时也具有潜在起搏的作用。

(3) 过渡型细胞(图1-2 A) 所谓过渡型指这类细胞介于潜在起搏细胞和心房肌细胞之间。从形态上是与心房肌细胞的区别不很明显,都具有明显的横纹,从生理特征看,它具有4相自动除极的特性,但不能自动除极到诱发动作电位,所以它在正常生理状况