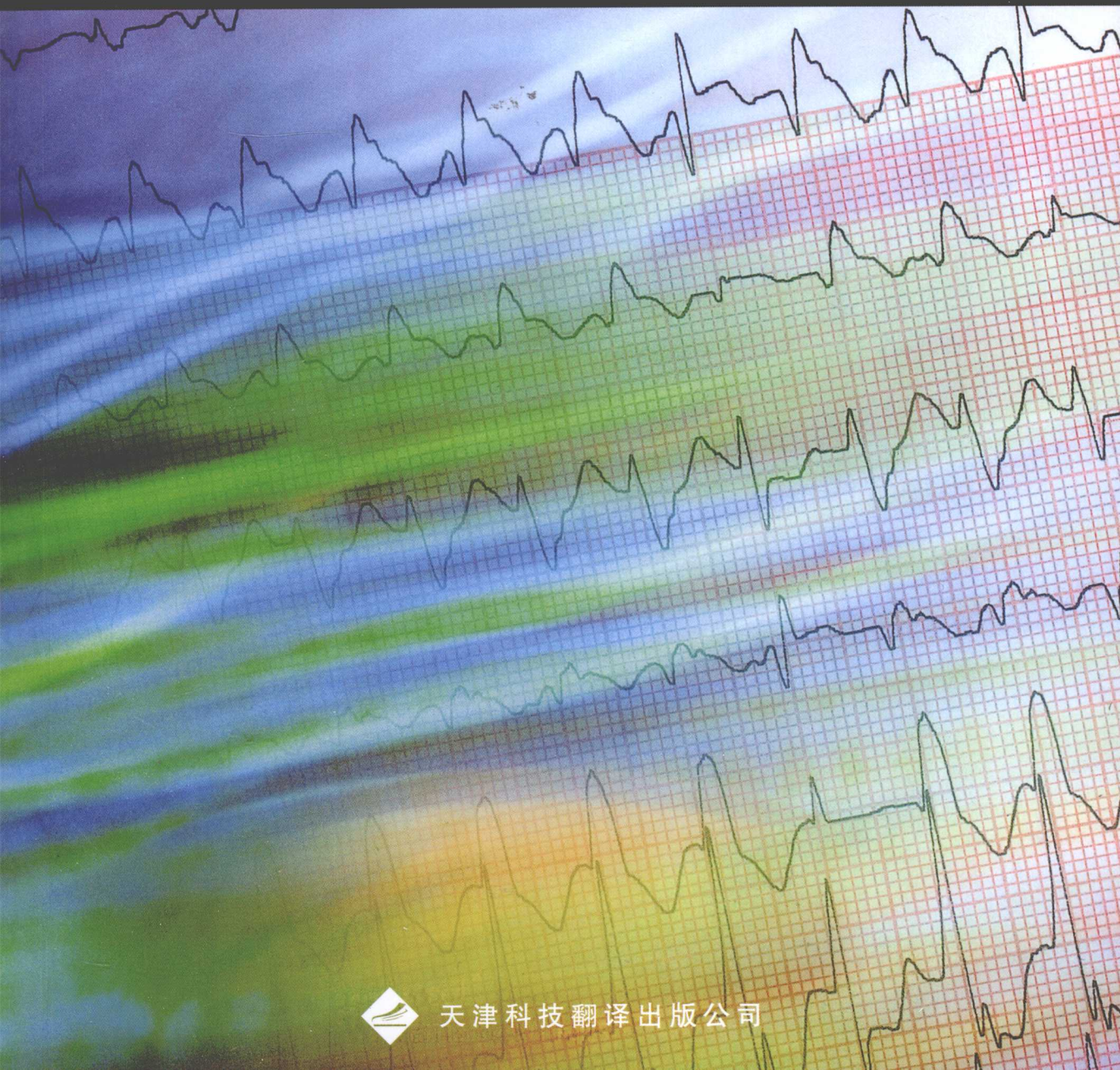


临床心脏电生理 基础与精要

Practical Clinical Electrophysiology

[美] Peter J. Zimetbaum, Mark E. Josephson 主编 郭继鸿 主译



天津科技翻译出版公司

Practical Clinical
Electrophysiology

临床心脏电生理 基础与精要

[美] Peter J. Zimetbaum 主编
Mark E. Josephson

郭继鸿 主译



天津科技翻译出版公司

著作权合同登记号:图字 02 - 2009 - 135

图书在版编目(CIP)数据

临床心脏电生理基础与精要/(美)吉姆特鲍姆(Zimetbaum, P. J.),
(美)约瑟夫森(Josephson, M. E.)主编;郭继鸿等译. —天津:天津科技翻
译出版公司, 2010. 5

书名原名: Practical Clinical Electrophysiology

ISBN 978-7-5433-2450-3

I. ①临… II. ①吉… ②约… ③郭… III. ①心脏病—电生理学
IV. ①R331.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 077224 号

Copyright © 2009 by Lippincott Williams & Wilkins Inc.

All rights reserved. No reproduction, copy or transmission of this publica-
tion may be made without written permission.

Published by arrangement with Lippincott Williams & Wilkins, USA.

Lippincott Williams & Wilkins/Wolters Kluwer Health did not participate in
the translation of this title.

This book may not be sold outside the People's Republic of China.

中文简体字版权属天津科技翻译出版公司。

授权单位: Lippincott Williams & Wilkins Inc.

出 版: 天津科技翻译出版公司

出 版 人: 蔡 颢

地 址: 天津市南开区白堤路 244 号

邮政编码: 300192

电 话: 022 - 87894896

传 真: 022 - 87895650

网 址: www. tsttpc. com

印 刷: 天津泰宇印务有限公司

发 行: 全国新华书店

版本记录: 787 × 1092 16 开本 12.75 印张 200 千字

2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

定价: 48.00 元

(如发现印装问题, 可与出版社调换)

译者名单

主 译 郭继鸿

译 者 (以姓氏笔画排序)

王 龙	刘元生	孙健玲	李 鼎	李学斌
余 飞	张 萍	张 媛	张 楠	张海澄
陈 琪	赵兰婷	赵志宏	赵淑萍	段江波
郭继鸿	黄织春	常 栋		

编者名单

David J. Callans, MD

Director, Electrophysiology Laboratory
Professor of Medicine
Cardiovascular Medicine Division
Hospital of The University of Pennsylvania
Philadelphia, Pennsylvania

Daniel R. Frisch, MD

Assistant Professor of Medicine
Division of Cardiology
Electrophysiology Section
Thomas Jefferson University
Philadelphia, Pennsylvania

William H. Maisel, MD, MPH

Assistant Professor of Medicine
Harvard Medical School
Director of the Pacemaker and ICD Service
Beth Israel Deaconess Medical Center
Boston, Massachusetts

Michael McLaughlin, MD

Instructor in Medicine
Harvard Medical School
Division of Cardiology
Beth Israel Deaconess Medical Center
Boston, Massachusetts

Christopher Pickett, MD

Assistant Professor of Medicine
University of Connecticut
Division of Cardiology
University of Connecticut Health Center
Farmington, Connecticut

Heiko Schmitt, MD, PhD

Assistant Professor of Medicine
University of Connecticut
Division of Cardiology
University of Connecticut Health Center
Farmington, Connecticut

John V. Wylie Jr., MD

Instructor in Medicine
Harvard Medical School,
Director, Arrhythmia Monitoring Laboratory
Division of Cardiology
Beth Israel Deaconess Medical Center
Boston, Massachusetts

译者前言

心脏电生理学心电图学如同孪生兄弟,两者都是心律失常最直接的诊断技术,只是心脏电生理学更年轻,临床应用不到40年,而心电图学的临床应用已近110年了。

就心律失常的诊断而言,心电图学包括12导联心电图、动态心电图、运动心电图等,这些都属于单纯而被动记录心电的技术,记录时发生了心律失常则能记录并据此进行诊断,但若记录时心律失常不曾发生则无法诊断。心脏电生理检查则不然,这是一种主动诱发和复制心律失常的方法,更适合快速性心律失常的诊断,也更适合间歇发生、偶尔发作的心律失常诊断。

近年来,心脏电生理学的发展日新月异,令人目不暇接。传统的二维标测正逐渐被三维标测技术取代,使过去很多理论上的推想得到证实。另外,当今的心脏电生理学不仅是心律失常重要的诊断技术,而且是心律失常根治技术的重要组成部分。射频消融术在临床广泛应用以来,越来越多的心律失常患者奇迹般地被根治,这不仅给心律失常的患者带来了福音,也大大增加了临床医生的自信心,强烈激发了生物医学工程领域研发人员的激情,这些奇迹是数年前根本不敢想象的。另一方面,这些进展也大大推动和促进了心电图学的发展,心电图学和心脏电生理学的关系如同临床医学和病理解剖学的关系一样,心脏电生理能对心电图的分析与解释给予验证。

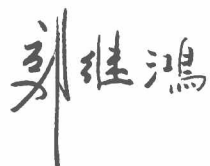
2008年,在中国心电学论坛上,我们曾倡导要“拆墙”,即拆除在心电图学与心脏电生理学之间人为树立的隔墙。多年来,心电图医生一直误认为心脏电生理学的内容高深难懂,入门并熟练掌握几乎不可能,进而将后者看成是心脏电生理专科医生的领域,认为与己无关,可以不涉足。这是一个严重的误区,实际上心脏电生理学的内容并不像过去认为得那样高深和复杂,入门不难,学会也不难。另外,两者的关系密不可分,不掌握心脏电生理学的基本知识与理论就不能深入理解和掌握更深的心电图学,就不能成为一名合格的心电图工作者。因此,“拆墙”是大势所趋,是历史的必然。心电图医生一定要尽快学习和掌握心脏电生理学的基本知识。

为使心电图的医生能够快速、高效地学习和掌握心脏电生理学,迫切需要一本内容翔实、通俗易懂的教材。正在中国心电学会、中国心律学会筹划此事时,天津科技翻译出版公司给我们送来了《临床心脏电生理基础与精要》这本英文原著,我们喜出望外,因为这正是我们期待已久的适合初学者使用的教科书。在此,我们真挚感谢出版社的慧眼识珠,给我们送来了“及时雨”。

世界级的权威专家 Mark E. Josephson 是本书的作者之一,我们曾翻译过他的专著

《临床心脏电生理学》(该书被称为心脏电生理学的圣经),而本书的内容、风格和理念与《临床心脏电生理学》一书同样精彩,只是本书是为初学者入门而设计的教科书。这两本书可谓珠联璧合,异曲同工。

我坚信,本书一定能成为广大心电图工作者的良师益友,成为大家爱不释手的一本专业书,也一定能为我国心脏电生理学的普及与推广做出卓越贡献。

The image shows a handwritten signature in black ink. The characters are '郭继鸿' (Gao Jiehong), written in a cursive style. The first character '郭' is on the left, and '继鸿' are on the right. A vertical line extends downwards from the bottom of the '郭' character.

2010年3月1日

前 言

近 10 年来,心律失常的治疗技术取得了飞速发展。因此,心脏电生理学继续教育的重点也从原来以诊断技术为主的培训内容转向以射频消融和植入复杂装置的治疗技术为主的培训内容。本书主要针对临床与心脏电生理实验室可能遇到的心律失常,为医生和研究人员提供有效和实用的理论与方法。我们一直致力于临床病史、心电图和诊断性心脏电生理的研究。本书内含很多需要深入理解的内容,详细阐述了诊断性、治疗性的有创心脏电生理检查技术。真挚希望本书能对内科医生在评价患者晕厥时,心脏病医生在决定是否心肌梗死合并完全性心脏阻滞患者植入心脏起搏器时,以及接受心脏电生理培训的人员在鉴别室上性心动过速时有所助益。

与医学领域的绝大多数学科一样,心脏电生理学不仅是一门科学,还是一门艺术。我们与本书的全体作者共同分享心律失常治疗的常见模式,分享着治疗和护理心律失常患者的热情。我们诚挚期望本书能为关注这些患者的医生提供充分的帮助。

Peter J. Zimetbaum, MD

Mark E. Josephson, MD



目 录

第一章	临床心脏电生理的解剖学基础	1
第二章	细胞电生理	8
第三章	心动过速的发生机制	11
第四章	心脏电生理检查的基本技术	15
第五章	心脏电生理的基本原理	25
第六章	心房颤动	33
第七章	心房扑动	44
第八章	室上性心动过速	53
第九章	预激综合征	74
第十章	室性心动过速	85
第十一章	心动过缓	102
第十二章	晕厥	113
第十三章	猝死综合征	122
第十四章	ICD 治疗的适应证	139
第十五章	永久性起搏器	147
第十六章	植入 ICD 患者的临床管理	160
第十七章	无创心电诊断技术	170
第十八章	抗心律失常药物	176

临床心脏电生理的解剖学基础

正确认识和深入了解心脏的解剖学是诊断和治疗心律失常的关键,这对掌握与识别正常和异常的心脏电活动,对判断心脏的各种病理改变相应的心电生理变化至关重要。

一、右心房

窦房结是心脏正常激动的起源部位,其外形呈长椭圆形,位于上腔静脉与右心耳交界处的界沟上端心外膜下约1mm的右心房壁内,窦房结在上腔静脉口

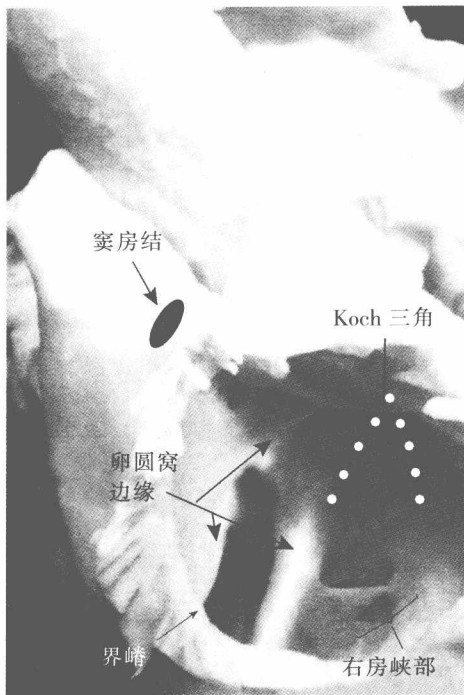


图 1-1 右心房解剖 切开右心房,可见心外膜界嵴处的窦房结,以及卵圆窝和 Koch 三角。(见彩图)

的前方向内伸展,表面无心肌覆盖(图 1-1)。窦房结的膨大部分位于界嵴的静脉窦侧,并贯穿心房壁。右膈神经紧贴右心房心外膜表面的窦房结走行。窦房结的血液供应由横贯其中心的窦房结动脉供应,该动脉多数(60%)源自右冠状动脉(right coronary artery, RCA),少数(40%)起源于左冠状动脉的回旋支(left circumflex artery, LCX)(表 1-1)。窦房结的功能主要由迷走神经和交感神经支配。

窦性激动一旦离开窦房结,即向下传导到位于房间隔右侧面下方的房室结。窦性激动经冠状静脉窦(coronary sinus, CS)

表 1-1 心脏传导系统的血液供应

- | |
|------------------------------------|
| • 窦房结: 60% 由 RCA 供血, 40% 由 LCX 供血 |
| • 房室结: 90% 由 RCA 供血, 10% 由 LCX 供血 |
| • 希氏束: RCA 和 LAD 由间隔支供血 |
| • 左束支主支和近端: 由前降支近端, 回旋支或右冠状脉小的侧支供血 |
| • 左前分支: 由前间隔支供血, 另外 50% 由房室结动脉供血 |
| • 左后分支: 近端由房室结动脉供血, 远端部分由前和后间隔支供血 |
| • 右束支: 由前间隔支及 RCA 和 LCX 的侧支血管供血 |

RCA: 右冠状动脉; LCX: 左冠状动脉回旋支; LAD: 左冠状动脉前降支。

和 Bachmann 束传导至左心房, Bachmann 束起自右心耳的梳状肌, 通过主动脉后的横窦, 穿越房间沟至左心耳(图 1-2)。另外, 电激动还可经卵圆窝传导到左心房。

冠状窦口位于右心房的下方。其形成 Koch 三角的下边, 致密的房室结就在该区域里。构成 Koch 三角其他两边的是三尖瓣隔瓣的附着缘和 Todaro 腱。Todaro 腱是一个纤维结构, 由下腔静脉的欧氏瓣和冠状静脉窦开口的冠状窦瓣延伸形成(图 1-3)。Todaro 腱沿间隔走行进入中心纤维体(CFB)。中心纤维体是由间隔膜部连接纤维三角汇聚成的纤维组织。右和左纤维三角代表主动脉口和二尖瓣前叶的连接或共有部分的边缘增厚区域。右纤维三角向下向前伸展延续到室间隔膜部形成中心纤维体。主动脉瓣的右冠窦延伸附着于间隔膜部, 无

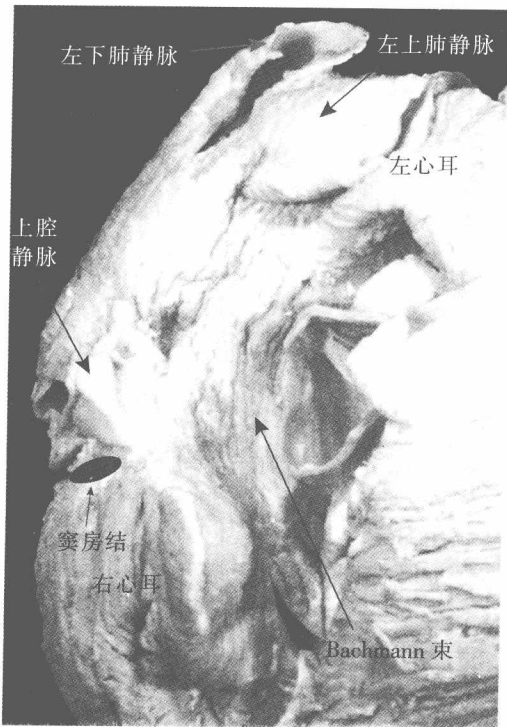


图 1-2 右房示意图 可见 Bachmann 束, 蓝色的椭圆形结构代表窦房结。(见彩图)

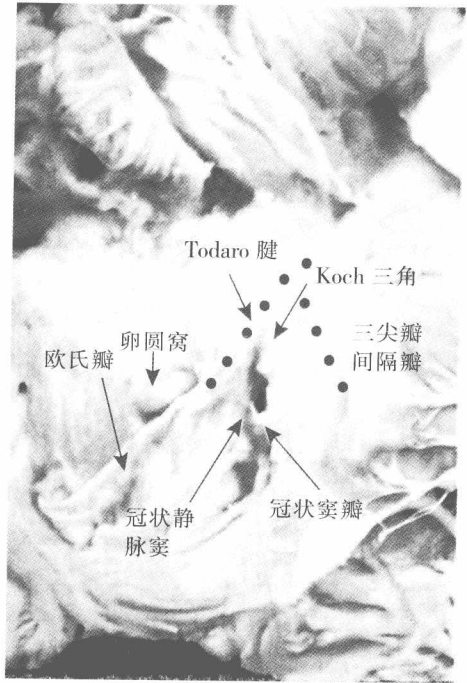


图 1-3 Koch 三角、右心房和卵圆窝(见彩图)

冠窦延伸附着于右纤维三角, 左冠窦延伸附着于左纤维三角。主动脉—二尖瓣帘悬挂在纤维三角之间, 形成主动脉流出道的后部(图 1-4)。

卵圆窝由继发隔的中止边界和原发隔的残余部分形成, 其与房室结/希氏

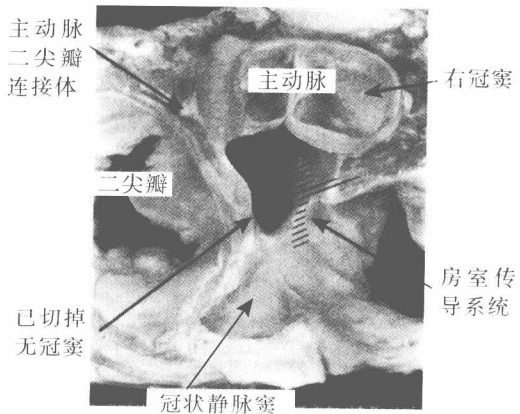


图 1-4 心脏与主动脉无冠窦的交叉部分示意图 显示了二尖瓣、主动脉二尖瓣连接体、主动脉瓣和房室传导系统的关系。

束平面形成 90° 角。卵圆窝的顶部由 limbus 肌肉嵴组成。穿刺针经卵圆孔直接可到左心房(图 1-3), 经卵圆孔的前方穿刺可进入主动脉内, 经卵圆孔的后方和上方穿刺可进入左和右心房的畸形窝或裂隙处, 这是外科医生行左心房和二尖瓣手术常规选择的术式入路。

界嵴是一个较厚的纤维组织带, 连接着上、下腔静脉。其位于右心房的后外侧, 在心脏电生理检查时, 可通过记录到的碎裂或分离的心房电位而确认。这些结构特点决定了界嵴是房性心动过速的好发部位。

右心耳位于右心房的前外侧部, 是相对空间较大的结构, 实际上正如大部分右心房一样, 其由梳状肌构成。其结构特点有利于起搏电极导线的固定。然而, 它靠近三尖瓣, 有时会出现心室电活动的“远场”感知。

二、左心房

左心房位于右心房的后面。四条肺静脉(左右上肺静脉和左右下肺静脉)汇

入左心房的后面, 这些静脉的分支结构和粗细变化很大(图 1-5)。肺静脉根部有很多自主神经节。左心耳位于左上肺静脉的侧面, 被心内膜表面一较厚的肌肉桥组织分隔。左心耳由梳状肌组成, 也是大多数房颤血栓形成的地方。左侧膈神经沿着左心耳到达左心室的钝缘侧, 放置左室起搏电极时必须小心, 避免损伤该神经。左冠状动脉主干起源于左冠窦, 走行在肺动脉干和左心耳之间, 左回旋支可达左心耳和冠状静脉窦。

房室沟形成了左房和左室的分界线。左回旋支和冠状静脉窦一起走行于后房室沟内。对电生理医生来讲, 冠状静脉窦的解剖学结构特别重要, 主要用于起搏和记录左心电活动。经冠状静脉窦可起搏和记录左心房和左心室的电活动。冠状静脉窦接受覆盖左心室的静脉分支的血液回流(图 1-6), 心大静脉或室内前静脉是位于心室间隔的分支静脉, 它接受前外侧支的血流, 形成了冠状静脉窦的后部。后外侧支静脉一般汇入冠状静脉窦的中部, 是植入左心室电极

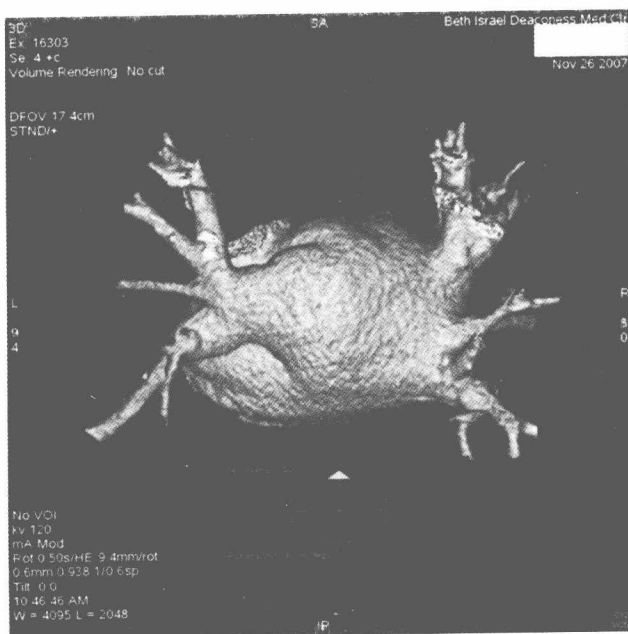


图 1-5 计算机断层血管造影 显示左房后部。(见彩图)

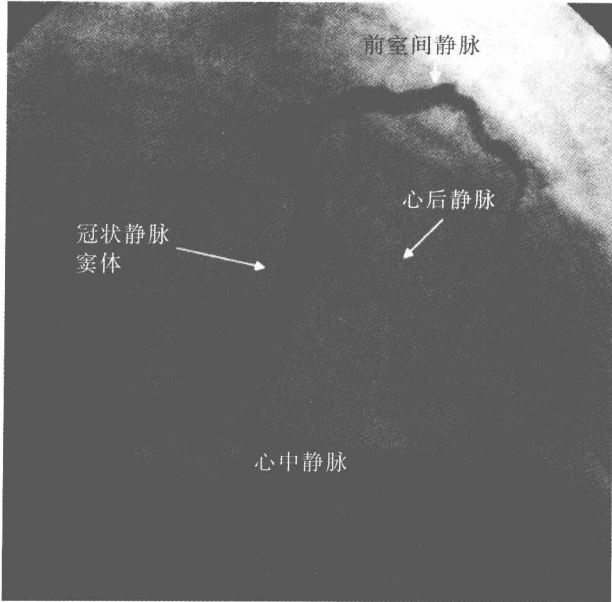


图1-6 冠状静脉窦造影 右前斜位展现冠状静脉窦及主分支血管分布,后外侧静脉是冠状静脉窦电极导线放置的最佳血管。

行心室再同步的绝佳位置。后支静脉来自左心室心尖部,汇入冠状静脉窦近端,后支静脉的汇入点非常靠近窦口,有时可形成分叉形窦口。冠状静脉窦瓣可能就在冠状静脉窦口。

1. Marshall 韧带

Marshall 韧带是左上腔静脉残端,在大多数成人中,其由折叠的心包构成,其中包含血管、肌纤维和交感神经节(图1-7),位于左心耳的上方,左上

肺静脉的侧面,通过左房斜静脉汇入冠状静脉窦。

2. 房室结

房室结是一个细胞群,位于 Koch 三角内,三尖瓣隔瓣上方的心房里。房室结是由数层具有电生理活性的传导细胞组成,大多数人的房室结血供由右冠状动脉的房室结支供应。房室结动脉由右冠状动脉在心脏十字交叉处(房室结和室间沟的交汇处)发出。

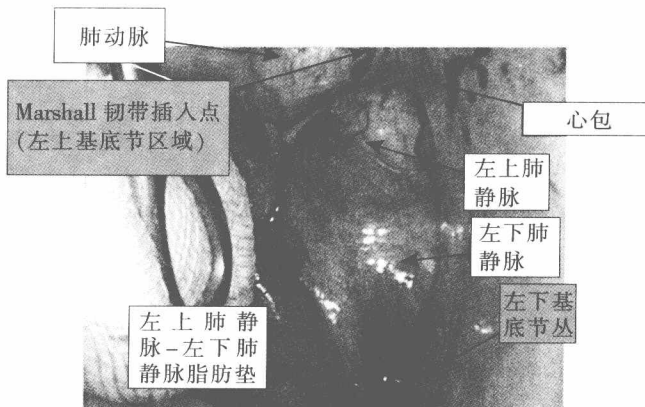


图1-7 左房心外膜示意图 显示左上肺静脉(LSPV)、左下肺静脉(LIPV)、Marshall 韧带和神经丛的分布。(Courtesy Robert Hagberg, MD)(见彩图)

3. 希氏束 - 浦肯野系统

房室交界区是指房室结和希氏束近段的部分。希氏束近段起源于房间隔膜部三尖瓣的心房侧,希氏束在中心纤维体(central fibrous body, CFB)和三尖瓣隔侧瓣之间穿过房间隔,分为左右束支。左束支起源于间隔膜部正下方的右冠窦和无冠窦之间(图 1-8),由中后或左后分支以及左前分支组成,左束支通常有间隔支。右束支作为一个绝缘鞘走行于间隔,直达右室乳头肌基底部,在右室心尖部呈扇形进入心肌。

当激动离开房室结进入特殊结下传导系统,即通过希氏束、左右束支,到达浦肯野纤维网,再经浦肯野纤维网扩散或呈扇形进入心肌。希氏束 - 浦肯野系统独特的绝缘特性使激动迅速传导,心室几乎同时除极。一旦激动传出浦肯野纤维网,从心内膜向心外膜传导时,通过细胞间的缝隙连接传导速度特别缓慢。

正常情况下激动顺序为首先激动左室间隔面,随后为室间隔前壁和后壁,右室激动稍晚,然后激动通过浦肯野纤维网扩散至心尖部的心内膜下和两心室的游

离面。最后除极的区域为心室的后基底部。复极与除极的方向相反,即从心外膜到心内膜。

希氏束由左前降支或右冠状动脉的间隔支供血,右束支和左前分支也由前降支供血,左后分支由右冠状动脉和前降支双重供血。

三、右心室

右心室对心脏电生理学来说尤为重要。右束支走行于室间隔内,直达右室心尖部,终止于前乳头肌基底部。右心室众多的肌小梁是植入临时和永久起搏电极的位点。右心室壁特别是右室心尖部相对较薄,比较容易穿孔。右心室流入道始于三尖瓣,三尖瓣包括隔瓣、后下瓣和前上瓣,这些瓣叶通过腱索附着于前和中乳头肌,右心室有很多肌小梁,这些结构从间隔走行到前乳头肌,行心脏超声检查时清晰可见。

右室流出道是一个肌性组织结构,而分隔三尖瓣和肺动脉瓣的组织被称做室上嵴,后面是走行右冠状动脉的房室沟。室上嵴在肺动脉瓣区形成一个右室流出道漏斗形结构,右室流出道是常见的引起特发性室性心动过速的异位起源

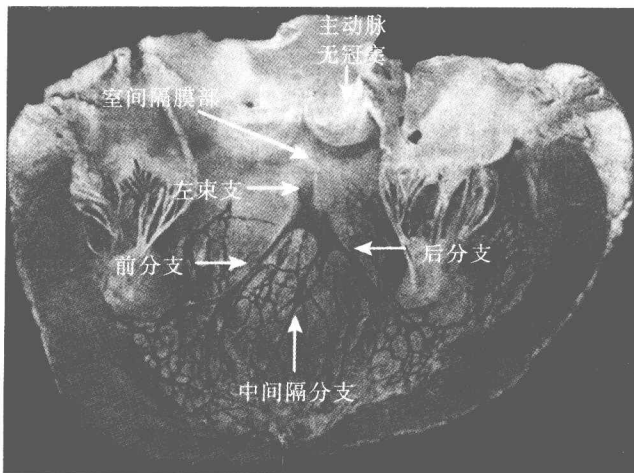


图 1-8 左心室间隔膜部和左束支示意图(见彩图)

点,也是法洛氏四联症修复后室性心律失常的异位起源点。

四、左心室

左心室的表面如前所述,由下壁、隔面、前壁、后壁、基底部和心尖部组成。这些区域的瘢痕组织通常是由以往的心肌梗死形成的,可能是室性心动过速形成的基础。二尖瓣由两个瓣叶结构组成,包括后瓣或帆状瓣叶和前瓣组成,前瓣又称为主动脉侧瓣,它形成了左室流出道的一部分。如前所述,前瓣是一纤维组织幕帘的连接体(主动脉二尖瓣叶纤维幕帘),这些纤维组织向上与主动脉瓣的无冠窦和左冠窦相连,此结构形成了主动脉流出道的后面,而间隔的膜部和肌部形成了隔面。

在间隔膜部直达左束支之前,在右冠窦和无冠窦之间的隔面处可以记录到希氏束电位。乳头肌通过“海藻样”网状结构腱索连接二尖瓣。电生理医生在此处移动导管时一定要小心,避免形成导管缠绕现象。

五、X线解剖定位

大多数心脏电生理工作者通常在X线引导下进行操作,右前斜(RAO)30°和左前斜(LAO)45°是通常采用的体位(图1-9和图1-10)。

图1-10显示在右前斜投照体位下常规导管放置的位置,右心房位于投影到脊柱上的三尖瓣环的左侧,右心室在脊柱影的右侧。从这个角度上看,右心房导管放置在了右心耳处。实际上,这时候导管应该有一个特殊的“侧对侧”旋转移动。希氏束导管放置在跨三尖瓣环处,右心室导管放置在心尖部。冠状静脉窦导管经低位右心房进入冠状静脉窦口,可见其沿房室沟走行。

在左前斜投照体位下,右心房和右



图1-9 常规电生理检查中,电极导管在左前斜位(LAO)投照的影像 RA:右心房;CS:冠状静脉窦;RVA:右室心尖部。

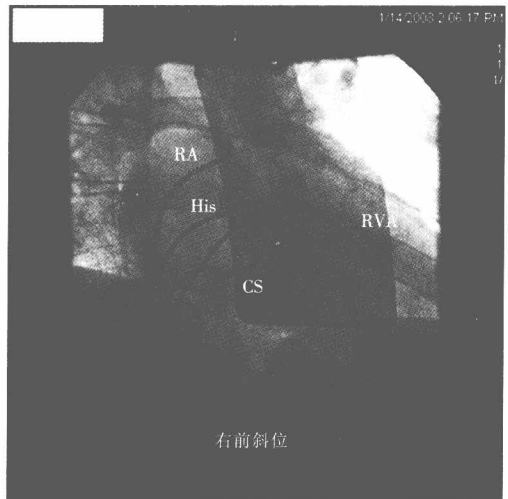


图1-10 常规电生理检查中,电极导管在右前斜位(RAO)投照的影像 RA:右心房;CS:冠状静脉窦;RVA:右室心尖部。

心室位于左侧,间隔位于脊柱中间,左心房和左心室位于脊柱的右侧。这一体位有助于显示冠状静脉窦导管位置是否合适,必要时可以调整导管朝向间隔部,这一体位也是观察心室腔侧壁的最佳位置。在心脏再同步治疗时,左前斜位对冠状静脉窦电极位置的评估也

很重要。这一位置可以清楚地区分心室前静脉和后侧静脉。

最近,随着实验科学技术的发展,应用三维电标测系统可重建心脏解剖结构。CARTO 系统应用一个放置在患者身下的稳定磁场和一个在心脏内的感应探头构建电解剖图。通过导管在心腔内操作,可以建立一个三维图像(图 1-11)。随着导管在心腔内操作,可测量与参照导管相比较的心肌电压和局部区域的电激动时间(电激动图)。

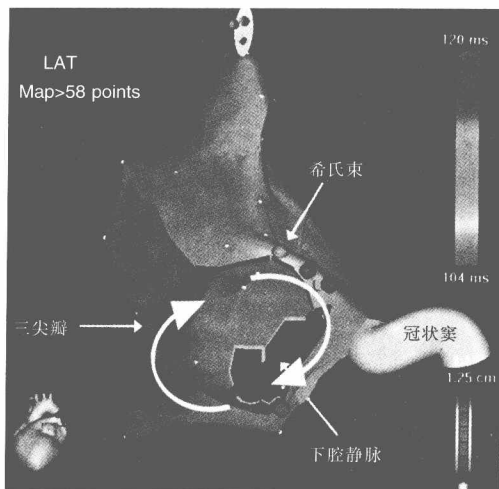


图 1-11 心房扑动射频消融时构建的电激动图 折返环路的“头”和“尾”相遇,即红色标记和紫蓝色标记相遇。(见彩图)

(孙健玲 译)

参考文献

- Anderson R, Hos S, Becker A. The surgical anatomy of the conduction tissues. *Thorax*. 1983;38:408-420.
- Anderson R, Levy J. *Electrical anatomy of the atrial chambers*. 2000.
- Josephson ME. *Clinical cardiac electrophysiology*, 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2008.
- Mazgalev T, Hos S, Anderson R. Anatomic-electrophysiological correlations concerning the pathways for atrioventricular conduction. *Circulation*. 2001;103:2660-2667.
- Zimetbaum P, Josephson ME. Use of the electrocardiogram in acute myocardial infarction. *N Engl J Med*. 2003;348:933-940.

细胞电生理

动作电位(AP)是心肌细胞基本的电生理现象。心肌除极和复极的基础是横跨心肌细胞膜的离子流。这些离子流是各种离子通过离子通道进出心肌细胞而形成,其已成为目前临床研究的重点。人们现已认识到,由遗传性疾病、代谢异常及药物调控引起的离子通道功能的改变可引发致命性心律失常,同时这一机制也能用于心律失常的治疗。

根据不同组织动作电位的特点和差异,可将心肌组织分为慢反应(窦房结)和快反应组织(浦肯野纤维和心室肌)。此外,心室肌本身的动作电位也存在很大差别,可能与不同心肌细胞层有关,如心内膜、中层和心外膜各层心肌细胞的动作电位不尽相同。

一、动作电位

1. 窦房结和房室结的动作电位

窦房结的自律性细胞的动作电位与其他心肌细胞的动作电位不同,因窦房结自律性细胞的动作电位没有静息电位。窦房结和房室结自律性细胞的动作电位主要是钙依赖性动作电位,其上升支缓慢,没有静息电位(图2-1)。这些慢反应组织(窦房结和房室结)心肌细胞除极的始动不是电压依赖性钠通道。在舒张期(复极)膜电位下降到 $-60 \sim -50\text{mV}$ 时,又缓慢发生自动化再次除极。这种自动“起搏”电流为非选择性内向电流,称为 I_f 电流(允许 Na^+ 、 Ca^{2+} 进入细胞,而使 K^+ 泵出细胞)。 I_{k1} 在超极化电位时开放,

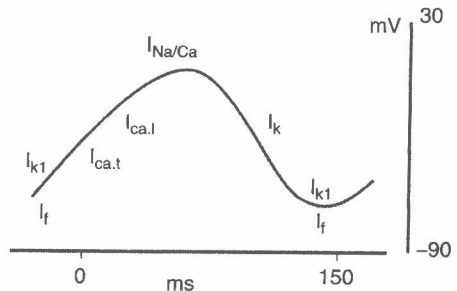


图2-1 窦房结和房室结自律性细胞的钙依赖性动作电位

当细胞进一步除极时关闭。除极主要通过缓慢电压门控性内向钙通道始动。窦房结缺乏快反应钠通道。而复极通过外向钾电流(延迟整流钾电流)而实现。

2. 心房肌、希氏束-浦肯野纤维和心室肌的动作电位

与窦房结自律性细胞相比,心房肌和心室肌及希氏束-浦肯野纤维的传导快,其动作电位由快钠通道始动(图2-2)。正常情况下,这些快反应细胞(心房肌、希束氏、分支/束支、浦肯野纤维网和心

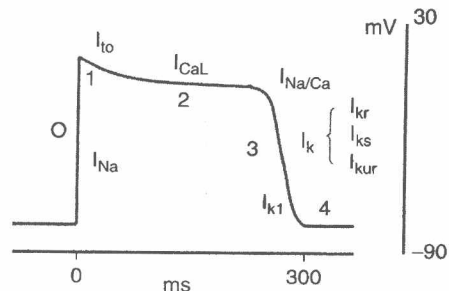


图2-2 钠依赖性动作电位