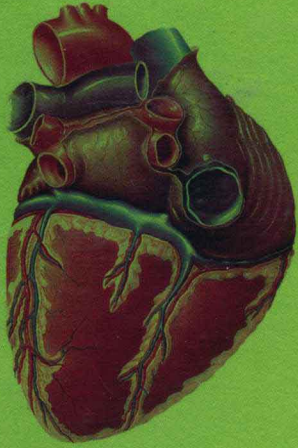


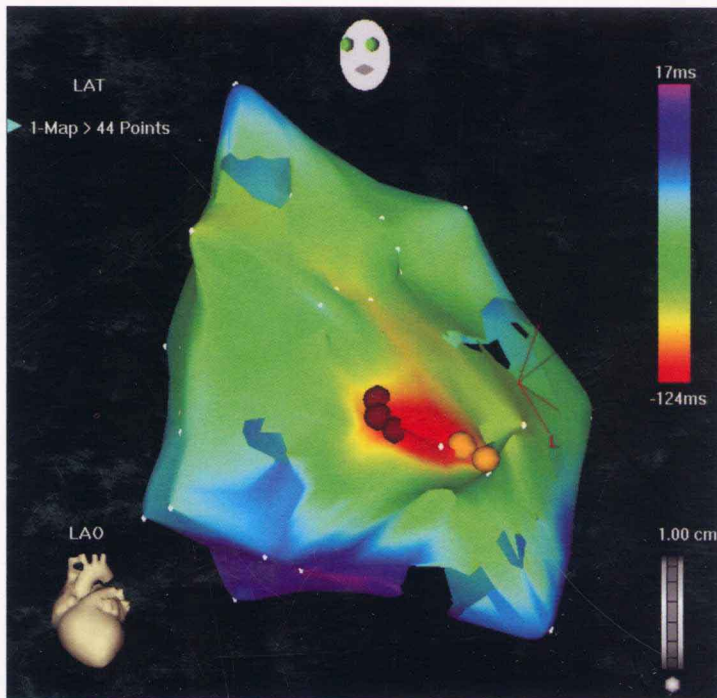
马长生 赵学 主编

CARDIAC  
ELECTROPHYSIOLOGY  
AND RADIOFREQUENCY  
ABLATION



# 心脏电生理 及射频消融

第2版



辽宁科学技术出版社

# 心脏电生理 及射频消融

(第2版)

马长生 赵学 主编

辽宁科学技术出版社

·沈阳·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

心脏电生理及射频消融 / 马长生, 赵学主编. —2 版. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2013. 7

ISBN 978-7-5381-8112-8

I. 心… II. ①马…②赵… III. ①心脏—电生理学②心律失常—射频—导管治疗 IV. ①R331.3②R541.705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 142860 号

---

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 辽宁星海彩色印刷有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 210mm × 285mm

印 张: 15.5

插 页: 4

字 数: 350 千字

印 数: 2501~3500

出版时间: 2008 年 1 月第 1 版 2013 年 7 月第 2 版

印刷时间: 2013 年 7 月第 2 次印刷

责任编辑: 寿亚荷 陈 刚

封面设计: 刘 枫

版式设计: 于 浪

责任校对: 刘 庶

---

书 号: ISBN 978-7-5381-8112-8

定 价: 95.00 元

联系电话: 024-23284370 024-23280336

邮购热线: 024-23284502

E-mail: [dlgzs@mail.lnpgc.com.cn](mailto:dlgzs@mail.lnpgc.com.cn)

<http://www.lnki.com.cn>

# 编著者名单

## BIANZHUSHIHEMINGDAN

主 编 马长生 赵 学

副主编 张薇薇 刘兴鹏

编著者 (按姓氏笔画排序)

- 丁燕生 北京大学第一医院  
马长生 北京安贞医院  
王玉堂 解放军总医院  
王祖禄 沈阳军区总医院  
邓 华 北京惠兰医院  
卢才义 中国人民解放军总医院  
刘少稳 上海复旦大学附属中山医院  
刘兴鹏 北京安贞医院  
刘志刚 上海胸科医院  
孙英贤 中国医科大学附属第二医院  
吴书林 广东省人民医院  
张存泰 武汉同济医院  
张奎俊 中国医学科学院阜外心血管病医院  
张薇薇 辽宁省人民医院  
杨延宗 大连医科大学附属第一医院  
杨新春 北京朝阳医院  
周京敏 上海复旦大学附属中山医院  
郑强荪 第四军医大学唐都医院  
金元哲 中国医科大学附属第四医院  
姚 焰 中国医学科学院阜外心血管病医院  
姜宗来 上海交通大学  
赵 学 上海长征医院  
高连君 大连医科大学附属第一医院  
商丽华 清华大学附属医院  
曹 江 上海长海医院  
董建增 北京安贞医院  
廖德宁 上海长征医院

# 再版前言

## ZAIBANQIANYAN

《心脏电生理及射频消融》第1版自2008年出版以来，一直温馨而忠实地陪伴着我国中青年心脏电生理工作者的快速成长。它的系统性已开启读者全面立体的思维方式；它的实用性已给予读者严谨的工作流程；它的简明性已使得读者拥有了画龙点睛的笔墨。

正当该书与一批批中青年心脏电生理工作者一道走进成熟、走出特色、走向创新的同时，新一代对心脏电生理专业感兴趣的后起之秀积极要求该书修订再版，盼望其能够成为自己心脏电生理与射频消融工作室的左膀右臂。

近年来，有关室上速、房扑、室早以及特发性室速等的心脏电生理及射频消融技术已成熟至臻，很少有突破性进展，故书中未做太多修订。肺静脉电隔离术对阵发性房颤消融治疗效果的真实世界已见诸报道，在确认肺静脉电隔离术为房颤消融基石的同时，针对肺静脉前庭的消融术式日益受到重视，因此，本次修订增加了阵发性房颤肺静脉前庭放射状线性消融术等内容。由于慢性房颤的复合消融术式各家依然报道不一，尚未形成统一规范，故本次暂不做修订。

由于时间仓促，我们的理论及写作能力有限，加之技术经验缺乏统一标准，错误或不当在所难免，敬请读者批评指正，以便进一步改进提高。

北京安贞医院心内科 马长生

上海长征医院心内科 赵学

2013年6月

# 前言

## QIANYAN

经导管心律失常射频消融已不知不觉地走过了 20 年的历程，从幼年起步发展到今日的成熟腾飞，历史记录下探索者艰难的脚步，社会受益于挑战者辛勤的汗水。

心脏电生理医师在长期的工作实践中，养成了拼搏进取的非凡气度。特殊的技术需求造就了特殊的人才群体，出色的电生理医师惯于在抽象中挖掘直观，善于用时间定位空间，敢于把二维看成三维，能够把影像看做实体。

近年来，房颤导管消融技术的诞生和发展，再次让心脏电生理的理论和技術产生了飞跃，同时也让心脏电生理医师进一步鼓足了拼搏的勇气，增强了必胜的信心，为心电生理及射频消融技术再树新的里程碑。

如果可用瓜熟蒂落来描述心脏电生理的今天，则更可用光辉灿烂去形容心脏电生理的明天。之所以说今日瓜熟蒂落，是因为射频消融技术在常见室上速、房扑及特发室速等治疗中，成功率在 95%~99% 以上，几乎达到了尽善尽美；之所以说明日光辉灿烂，是因为房颤射频消融已不是天方夜谭，肺静脉前庭隔离术结合左房基质改良在目前可使 75% 以上的阵发性甚或持续性房颤获得治愈，实现节律控制的房颤病例数在国内外呈同步快速增长趋势。进一步改进房颤消融术式，扩大适应证，缩短手术时间，提高成功率，推广新技术，将是心脏电生理工作者明天的努力方向。

然而，我国心脏电生理及射频消融的成熟状态，在一定程度上还限于大城市的大医院，我国房颤消融更限于少数大城市的个别大医院；房颤消融队伍的成长和发展并不像当年开展室上速消融那样风起云涌；房颤发生机制尚未完全阐明，房颤消融技术本身还有待于完善。因此，临床心脏电生理及射频消融在我国还有非常大的发展空间，要把国内平均水平提高到世界先进水平，要走的路还很长很长，需要全面而不懈的努力。

本册《心脏电生理及射频消融》作为《循证心脏介入技术丛书》分册之一，荟萃了我国当代具有一流水平的、而且坚持在一线工作的电生理医师多年积累的经验体会。本书首先概述了心律失常理论、心脏电生理导管室设置，系统介绍了心脏电生理基本操作、心脏电生理检查以及射频消融等内容。深入浅出，图文并茂，简明实用，不但有老技术的回顾总结，而且有新技术的现实写照，适合于中低年资心脏电生理医师或心血管内科医师学习参考。我们真诚地希望本书能为我国进一步提高和普及心脏电生理知识及射频消融技术起到有力的推动作用。

由于时间仓促，理论及写作能力有限，加之技术经验没有统一标准，错误或不当之处在所难免，敬请批评指正。

北京安贞医院心内科 马长生

上海长征医院心内科 赵学

2007 年 10 月

# 目录 MULU

<b>第一章 心律失常基本理论</b> .....	001
第一节 心脏电生理应用解剖 .....	001
第二节 心脏传导系统 .....	008
第三节 心电学基本原理 .....	010
第四节 心律失常发生机制 .....	012
第五节 心律失常分类及对血流动力学的影响 .....	012
第六节 心律失常诊断方法 .....	013
第七节 心律失常治疗 .....	015
<b>第二章 心脏电生理导管室</b> .....	019
第一节 导管室的设置 .....	019
第二节 导管室人员 .....	019
第三节 导管室设备 .....	020
第四节 导管室工作程序 .....	023
<b>第三章 心脏电生理基本操作</b> .....	025
第一节 外周血管穿刺技术 .....	025
第二节 房间隔穿刺技术 .....	026
第三节 心导管基本放置技术 .....	029
第四节 常用标测电极放置技术 .....	030
<b>第四章 心脏电生理检查</b> .....	032
第一节 电生理刺激技术 .....	032
第二节 心脏电生理评价 .....	034
第三节 诊断性药物试验 .....	035
第四节 心内电图 .....	035
<b>第五章 房室结折返性心动过速射频消融</b> .....	039
第一节 电生理诊断 .....	039
第二节 心内膜标测定位 .....	048
第三节 放电消融 .....	051
<b>第六章 房室旁道诊断标测概述</b> .....	056
第一节 旁道解剖定位法则 .....	056
第二节 体表心电图诊断 .....	057
第三节 心内电生理诊断 .....	064
第四节 心内膜标测定位 .....	068
<b>第七章 左侧游离壁旁道射频消融</b> .....	071
第一节 心内膜标测定位 .....	071
第二节 消融导管操作 .....	073
第三节 放电消融 .....	077

<b>第八章 右侧游离壁旁道射频消融</b> .....	080
第一节 心内膜标测定位 .....	080
第二节 消融导管操作 .....	084
第三节 放电消融及电生理评价 .....	087
<b>第九章 后间隔旁道射频消融</b> .....	090
第一节 心内膜标测定位 .....	092
第二节 消融导管操作 .....	096
第三节 放电消融及电生理评价 .....	098
<b>第十章 前间隔和中间隔旁道射频消融</b> .....	099
第一节 心内膜标测定位 .....	100
第二节 消融导管操作 .....	105
第三节 放电消融与电生理评价 .....	106
<b>第十一章 特殊旁道射频消融</b> .....	109
第一节 Mahaim 纤维消融 .....	109
第二节 显性旁道合并房颤的消融 .....	115
第三节 慢传导旁道消融 .....	117
第四节 多旁道消融 .....	121
第五节 心外膜旁道消融 .....	124
<b>第十二章 房性心动过速射频消融</b> .....	126
第一节 房性心动过速概述 .....	126
第二节 电生理诊断 .....	127
第三节 心内膜标测定位 .....	129
第四节 消融导管操作 .....	131
第五节 放电消融及电生理评价 .....	132
<b>第十三章 心房扑动射频消融</b> .....	133
第一节 心房扑动概述 .....	133
第二节 心内膜标测定位 .....	134
第三节 右房峡部线性消融 .....	137
第四节 消融后电生理评价 .....	139
<b>第十四章 心房颤动射频消融</b> .....	142
第一节 心房颤动电生理基础 .....	142
第二节 心房颤动消融术前准备 .....	143
第三节 心房颤动消融的基本程序和技术 .....	145
第四节 肺静脉前庭环形标测消融 .....	151
第五节 心房颤动消融的其他策略 .....	155
第六节 消融后电生理评价 .....	157
第七节 心房颤动消融并发症 .....	159
<b>第十五章 室性早搏射频消融</b> .....	163
第一节 消融适应证 .....	163
第二节 标测定位 .....	163
第三节 消融导管操作 .....	168
第四节 放电消融与电生理评价 .....	168



<b>第十六章 室性心动过速 (VT) 诊断标测概述</b> .....	170
第一节 体表心电图诊断 .....	170
第二节 心内电生理诊断 .....	173
第三节 心内膜标测定位 .....	176
<b>第十七章 左心室特发性室性心动过速射频消融</b> .....	180
第一节 体表心电图诊断 .....	180
第二节 心内膜标测定位及消融导管操作 .....	182
第三节 放电消融及电生理评价 .....	187
<b>第十八章 右室特发性室速射频消融</b> .....	189
第一节 体表心电图定位 .....	189
第二节 心内膜标测定位 .....	192
第三节 消融导管操作 .....	193
第四节 放电消融及电生理评价 .....	193
<b>第十九章 器质性心脏病室速射频消融</b> .....	195
第一节 束支折返性室速射频消融 .....	195
第二节 心肌梗死后室速射频消融 .....	198
第三节 消融导管操作及放电消融 .....	201
第四节 心内电生理评价 .....	202
<b>第二十章 不适当窦性心动过速射频消融</b> .....	204
第一节 概述 .....	204
第二节 窦房结改良射频消融 .....	206
<b>第二十一章 心脏导管射频消融术并发症</b> .....	210
第一节 急性心包填塞 .....	210
第二节 房室传导阻滞 .....	212
第三节 肺栓塞 .....	213
第四节 迷走反射 .....	213
第五节 气胸 .....	214
第六节 血管并发症 .....	214
<b>第二十二章 心脏三维标测系统</b> .....	216
第一节 三维磁场定位系统 (Carto) .....	216
第二节 三维非接触标测系统 (Ensite 3000) .....	227
<b>第二十三章 肺静脉前庭放射状线性消融治疗阵发性房颤</b> .....	233
第一节 一般操作 .....	233
第二节 PAR 消融方法 .....	233
第三节 临床应用 .....	234
第四节 讨论 .....	236

集中分布于右房上部及界嵴上部。界嵴处的心电各向异性传导非常突出。局灶性房性心动过速中 2/3 起源于界嵴，且多位于界嵴上部，故又称界嵴性心动过速（图 1-1）。

### （三）冠状静脉窦（CS）

冠状静脉窦走行于心脏左后部的冠状沟内，收集心小静脉、心中静脉、心大静脉、斜行左心房的 Marshall 静脉和左心室后静脉的血液，开口于下腔静脉口内上方与右心房室瓣环之间的冠状窦口（CSO）。冠状窦口下方的半月形冠状窦瓣，常与下腔静脉相延续。冠状窦口直径为 0.5~1.0cm，房室结双径路患者的窦口通常较大。异常增大常常是冠状窦回流血量增加的反映。冠状窦胚胎发育时起源于窦状静脉，在胎儿的发育过程中窦状静脉融进右心房，原始的窦状静脉右角发育成上腔静脉，而窦状静脉的左角发育成冠状窦。儿童冠状窦口位置高，肥胖者冠状窦口位置低，瘦长型患者冠状窦口位置偏高。冠状静脉窦参与后间隔的组成，常常成为房室结折返性心动过速和后间隔心外膜旁道的消融靶点，冠状窦口扩大被认为是慢径产生的病理基础。正位透视冠状窦口在横膈上 2~3cm，于脊柱中线与左缘之间。右前斜 30° 透视，冠状窦口在横膈上 2~3cm，脊柱左缘外侧 2~3cm，冠状静脉窦向上与脊柱成角大于 60°（图 1-1）。

### （四）Koch 三角

Koch 三角位于冠状窦口、Todaro 腱、三尖瓣隔瓣附着缘之间，三角顶部为希氏束。Todaro 腱是与中央纤维体相连的纤维索，向后向下与下腔静脉瓣延续。中央纤维体是心脏纤维支架的一部分，在右心房，该结构位于膜性房室隔后方和下缘支前下方。房室结位于 Koch 三角心内膜深面。Koch 三角是房室结双径路消融的区域，后位法消融慢径多在 Koch 三角底部或冠状窦口前下部（图 1-2）。

### （五）右心耳

右心耳在右心房上部，呈盲囊状突向前方，内有梳状肌，是右心房永久起搏电极安置的部位。正位透视，在右心房顶部水平，右心耳位于 10~1 点钟位（图 1-1）。

### （六）右心房峡部

右心房峡部是下腔静脉欧氏嵴、冠状窦口和三尖瓣隔环在右心房后下部形成的一个狭长传导通道，是房扑折返环路的关键部位，并具有慢传导特性。右心房峡部实际上包括三部分：后位峡部（三尖瓣后环—下腔静脉）、间隔峡部（三尖瓣隔环—冠状窦口）和冠状窦口—下腔静脉（图 1-1）。



图 1-2 Koch 三角

1. 卵圆窝 fossa ovalis 2. 室间隔膜部 3. Koch 三角 triangle of Koch 4. 三尖瓣隔瓣 septal cusp of tricuspid valve

## 二、左心房

左心房由左心房窦（固有房腔）和左心耳两部分构成，左心房窦由胚胎期肺静脉共干扩大而成，左心耳由原始左心房发育而来。左心房窦腔面平滑，其后方两侧分别有左上、左下、右上和右下肺静脉开口（图 1-3），二尖瓣环位于左心房前下部。在胸腔内，左心房呈左高右低结构，而且后壁除了肺静脉开口外，无其他特殊结构，因而后壁平坦。左心房体部位于左心室后上方，气管分叉之下，与左主支气管靠近，后邻食管，食管与左心房仅以心包斜窦相隔，食管靠近左侧上下肺静脉开口走行或从左上肺静脉开口斜行至右下肺静脉开口。左房后壁平均厚度为 0.9~7.4mm。因此，左房后壁消融有导致左心房食管漏的可能。左心房在前后位呈横置椭圆形，居中偏左；侧位呈纵置椭圆形，前下方与左心室相续。后前位透视可清晰观察到左心房影下缘，冠状窦电极走行于左侧房室沟，可间接作为左心房下缘的标志（图 1-4）。房室沟影是指右前斜位 45° 透视下房室沟位置的透亮带，自左上至右下方向；心影后缘是指右前斜位 45° 透视下心房侧心影边缘，相当于心房影边缘。RAO 45° 可见冠状窦电极位于房室沟影透亮带内。RAO 45° 左心房造影可

见心影后缘即为左心房后缘，左心房前缘即为房室沟，冠状窦电极走行其中。在影像学上，沿身体长轴方向，头侧为高，足侧为低；在右前斜位透视下，房室沟影侧为前，心后缘影侧为后。多排 CT 可展示左心房及肺静脉的不同体位成像（图 1-5）。

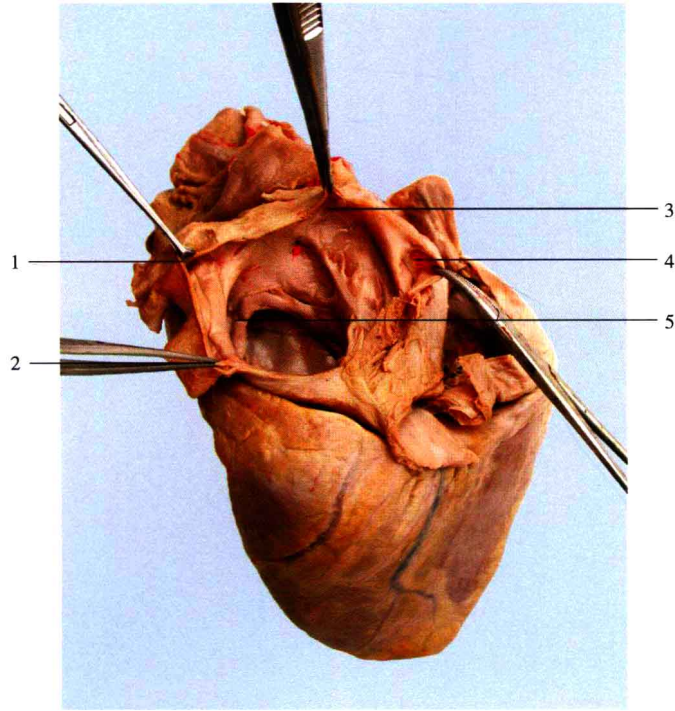


图 1-3 左心房肺静脉口

1. 左上肺静脉口 orifice of left superior pulmonary vein
2. 左下肺静脉口 orifice of left inferior pulmonary vein
3. 右上肺静脉口 orifice of right superior pulmonary vein
4. 右下肺静脉口 orifice of right inferior pulmonary vein
5. 左心耳 left auricle

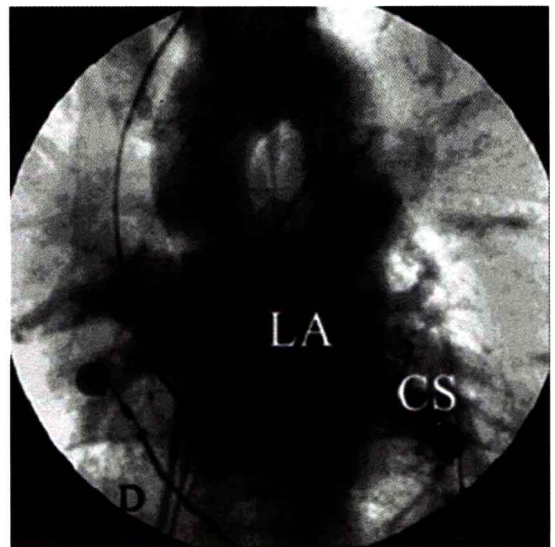
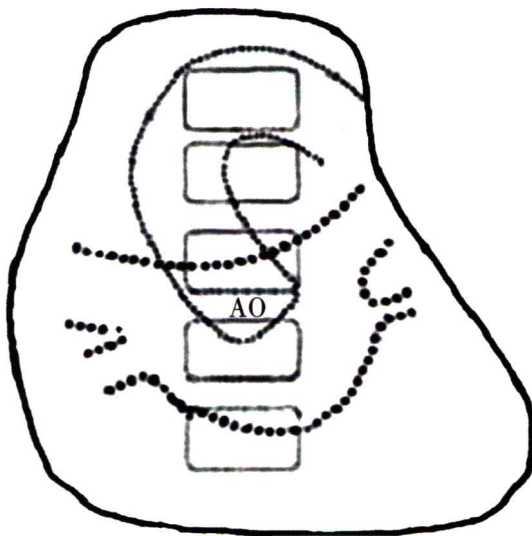


图 1-4 确定左心房影下缘（后前位透视）

左图：左心房影示意图；右图：冠状窦电极走行于左侧房室沟，可间接作为左心房下缘的标志；左心房造影可清晰地观察到左心房影像、左心房下缘以及与冠状窦电极的关系。

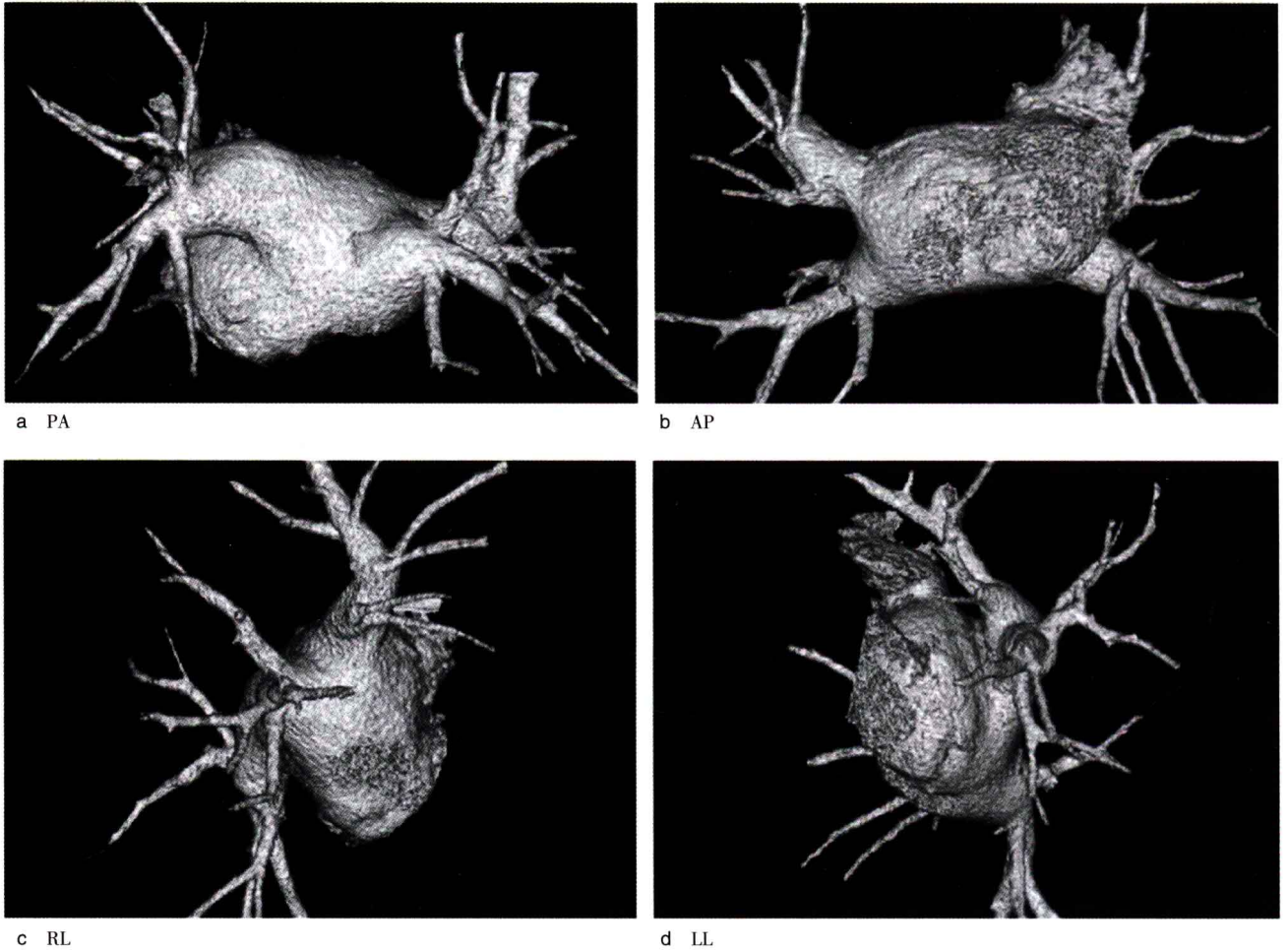


图 1-5 多排 CT 肺静脉不同体位展示

PA= 后前位; AP= 前后位; RL= 右侧位; LL= 左侧位

### (一) 左心耳

左心耳系左心房向右前下方的突出部，心耳形状不规则，外形呈钩状，心耳边缘呈分叶状，通过椭圆形的开口与左房相连，左心耳开口于左上肺静脉开口的前下方（图 1-3，图 1-6），部分患者的左下肺静脉开口与左心耳的入口在同一水平。心耳腔内富含肌小梁，腔面凹凸不平，易致血栓形成。左心耳壁较固有左心房间壁更薄，容积为 0.7~19.2ml，开口直径为 5~40mm，导管在左心耳内移动，易损伤心耳壁，导致心包填塞。左心耳外面上缘对向肺动脉干，冠脉左旋支在左心耳覆盖下行于房室沟内。房颤患者左心耳开口直径及心耳腔增大，且左心耳越大，血栓栓塞事件越多。在 RAO 体位，左肺静脉造影剂逆行进入左心耳，左心耳显影与左上肺静脉走行平行，左心耳位于左上肺静脉和左下肺静脉的左侧。左前斜位透视下左心耳有时与左肺静脉部分或完全重叠，

### (二) 肺静脉

左、右肺静脉分别在左心房后壁两侧进入左心房，

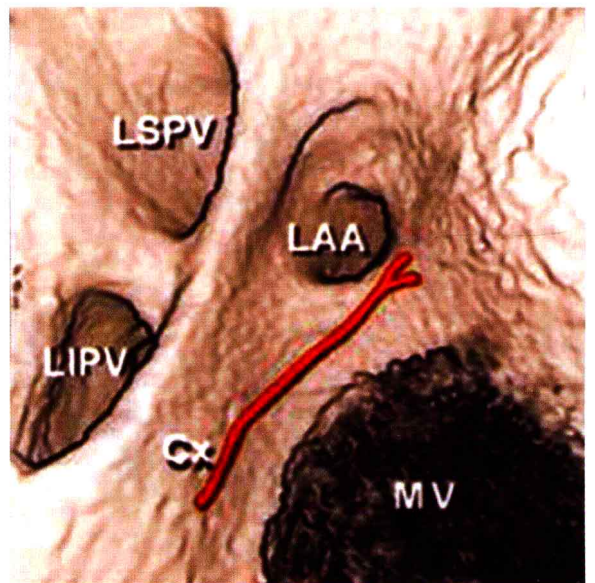


图 1-6 心内膜肺静脉开口形态

多排 CT 重建左心房内膜肺静脉开口形态，LSPV：左上肺静脉，LIPV：左下肺静脉，LAA：左心耳，MV：二尖瓣口，Cx：左旋支动脉走行投影。

与心房连接处无瓣膜（图 1-3，图 1-6），但有心肌袖存在。近心房处的肺静脉由纵向、横向以及环形的心肌纤维环绕，可以延伸 1~2cm，形成心肌袖，且上肺静脉的括约肌和心肌袖较下肺静脉发育好（图 1-7）。肺静脉由内皮层、内皮下层、内结缔组织层、横纹肌层和外结缔组织层构成，其中横纹肌层与左心房心肌连续，呈外层纵行内层环行的走向，随肺静脉腔径的减小，横纹肌逐渐减少（图 1-8）。肺静脉存在有窦房结样细胞，并可作为正常心脏的潜在起搏点。肺静脉粗大者易成为房颤的罪犯静脉，上肺静脉心肌袖较下肺静脉发育好，可以解释大多数诱发房颤的早搏来源于上肺静脉。

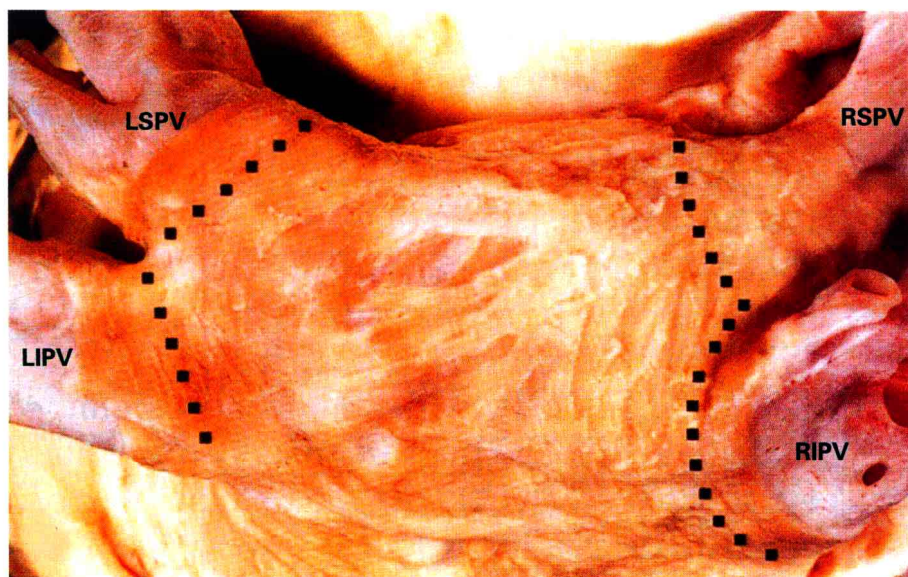


图 1-7 人肺静脉心肌袖的大体解剖

图中黑色不连续线所在部位为肺静脉和左心房的交界部位，可见该例的四根肺静脉外均有心肌袖环绕，其中以左上肺静脉（LSPV）的肌袖最为发达。RIPV 为右下肺静脉；LIPV 为左下肺静脉（引自 Saito T, et al. J Cardiovasc Electrophysiol, 2000, 11: 888）

肺静脉开口和左心房体部之间，类似漏斗样扩张的区域，称为肺静脉前庭（图 1-5，图 1-6）。其边缘通常距离肺静脉开口处 0.5~1.5cm，但左肺静脉前庭的前缘往往与肺静脉开口重叠。传统意义上的左心房后壁实际上包括两侧肺静脉前庭在内，而真正的左心房后壁实际上只是位于两侧肺静脉前庭之间面积很小的一部分心房组织。

约 80% 的患者有 4 支肺静脉，其余患者有 3 支或 5 支肺静脉，表现为左或右上下肺静脉共干，左侧或右侧 3 支肺静脉。左肺静脉汇入左心房的位置比右肺静脉相对较高，下肺静脉汇入左心房的位置比上肺静脉相对更偏后。上肺静脉一般与水平面呈  $45^{\circ}$ ~ $60^{\circ}$  角汇入左心房，而下肺静脉一般与水平面呈  $30^{\circ}$ ~ $45^{\circ}$  角汇入左心房（图 1-7），因此导管在下肺静脉贴靠较难。肺静脉开口大多呈圆形或椭圆形，左肺静脉开口形状更偏于椭圆形，而右肺静脉相对较圆一些。左上肺静脉和左下肺静脉开口的平均距离虽为 8.4mm，但距离短者仅 3mm。

在 LAO  $50^{\circ}$  时，左肺静脉和左心房的连接面与投射射线相切，能最大限度展示左肺静脉开口和左心房的连接。在 RAO  $50^{\circ}$  时，左肺静脉开口平面垂直于射线走行方向，能最大限度展示左肺静脉开口面。在

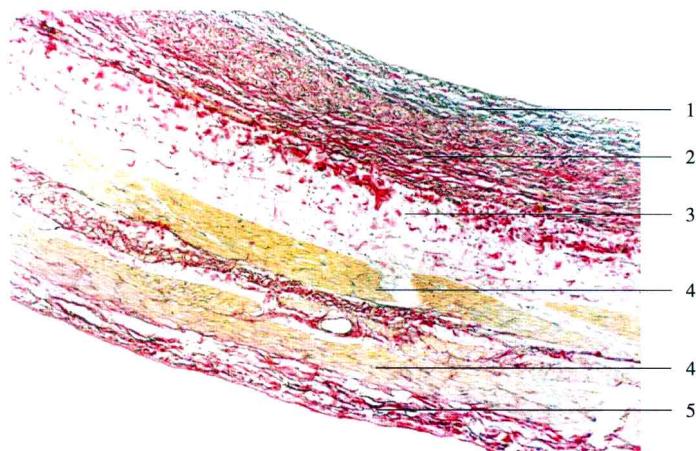


图 1-8 心肌袖组织结构

1. 肺静脉内膜 2. 肺静脉中膜 3. 肺静脉外膜 4. 心肌袖（心房肌）  
5. 心外膜

RAO 50°时,左心耳可同时显影,位于左肺静脉左侧,与左上肺静脉平行走行。在 LAO 50°时,右肺静脉开口平面几乎与射线走向垂直,可最大限度展示右肺静脉开口。在 RAO 30°时,右肺静脉开口平面与射线平面近似垂直,能最大限度展示右肺静脉开口和左心房的连接。

### 三、房间隔

房间隔是倾斜的,右心房在隔的右前方,左心房在隔的左后方。房间隔前缘对向升主动脉中央,后缘与房间沟一致。房间隔较薄,卵圆窝处最薄,居右心房左后侧,与额面及矢状面均呈 45°角。右肺静脉与下腔静脉交界沟指示房间隔右侧缘。房间隔呈长方形,高为宽的二倍。卵圆窝在房间隔右侧中下 1/3 偏后方,长轴呈垂直向,直径约 2cm,窝底厚 1mm,左侧面向左心房轻凸。不管左心房大小,只要纵隔不偏,卵圆窝的位置变化不大。取平卧位,足低观,房间隔平面在 1~7 点钟位。卵圆窝在主动脉根部下方,后靠右心房游离壁,前下与冠状窦口和三尖瓣环后部为邻,三尖瓣环上缘与卵圆窝顶几乎同高(图 1-9)。正位透视,近端希氏束电位记录点相当于三尖瓣环上缘水平,冠状窦导管最低点为冠状窦口水平,正常心脏的卵圆窝位于三尖瓣环上缘后方略偏下,在冠状窦口后上方。左心房增大时,卵圆窝变平,甚至凸向右心房,位置下移。主动脉瓣病变时,房间隔变得更垂直,卵圆窝向上向前移位。右心房明显增大时,腔静脉中轴线与房间隔的距离拉大。

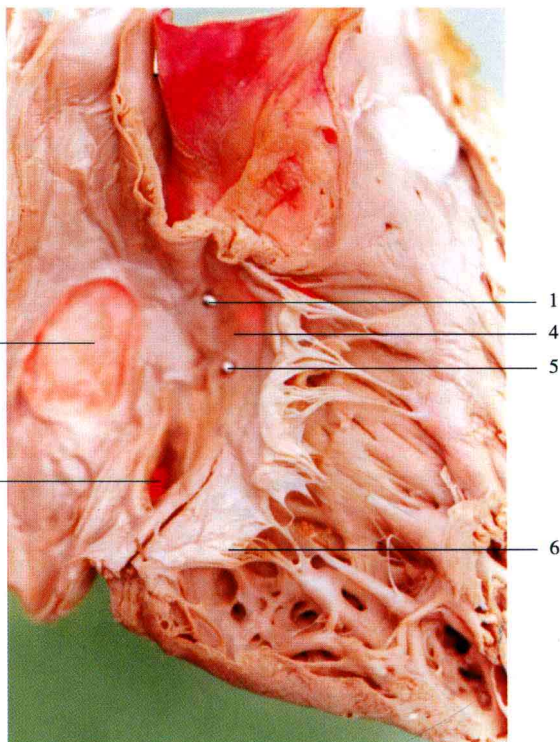


图 1-9 房间隔右侧面

1. 主动脉无冠瓣环最下点投影
2. 卵圆窝
3. 冠状窦口
4. 房室隔右侧面
5. 转折点投影
6. 三尖瓣瓣环

在冠状窦口后上方。左心房增大时,卵圆窝变平,甚至凸向右心房,位置下移。主动脉瓣病变时,房间隔变得更垂直,卵圆窝向上向前移位。右心房明显增大时,腔静脉中轴线与房间隔的距离拉大。

### 四、右心室

右心室腔分为流入道和流出道,在心脏解剖上以圆锥乳头肌为界限,瓣叶侧为右心室流入道,另一侧为右心室流出道,圆锥乳头肌后上方为室上嵴。室上嵴的作用是在心室收缩时,帮助缩窄右房室口,室上嵴肥大可引起漏斗部狭窄。右心室于前后位透视呈圆锥状,下缘为流入道,左缘为室间隔面,右缘为三尖瓣口,顶端流出道呈锥状。侧位右心室位于心影前下方,与右心房有部分重叠。肺动脉干与右心室流出道相续,向上行并分为左右肺动脉。右心室先天发育不良易致室速发生,称致心律失常性右心室先天发育不良,病理特征是心室肌被脂肪纤维组织取代,最长受累部位为心尖部和漏斗部。

#### (一) 三尖瓣环

三尖瓣口呈卵圆形,大小约可容纳三个自身手指尖。三尖瓣分为前瓣、后瓣和隔瓣,分别与前后和隔侧乳头肌相连(图 1-1,图 1-2,图 1-9)。右心房、右心室心肌在三尖瓣环平面对合接触后,又向心房侧折叠,以心肌为主连于瓣环,瓣下心肌突向室腔,瓣环处心肌凸向瓣口,瓣上心房肌凹向心房,因此,右侧旁道消融在室侧难于稳定贴靠在三尖瓣环上,而不得不取房侧消融。三尖瓣环平面向上与脊柱成角约 70°,正位透视三尖瓣位于心影中部,脊柱左缘,最大希氏束电位记录点为三尖瓣环顶部。三尖瓣环最低点与冠状窦在同一平面或略低于冠状窦口。比二尖瓣环成角大 25°。

#### (二) 右心室流出道

右心室腔向右上方延伸的流出道部分向上逐渐变细,呈倒置的漏斗形,叫动脉圆锥(图 1-10)。右心室流出道间隔部指邻近左心室流出道和室间隔的右心室流出道部位。在左前斜位透视下,右心室流出道间隔部在心影中央偏左心室流出道侧(脊柱侧)。右心室流出道游离壁部指对向右心室流出道间隔部的右心室

流出道部分，接近心影右缘，背离心影脊柱侧。间隔部与游离壁部影像差别大，但根本区别在于动态操作导管时的判断，导管在右心室流出道内所能到达的最左侧（脊柱侧）即为间隔部，其对侧为游离壁部。右心室流出道起搏的解剖部位是三尖瓣隔瓣与前瓣交界处的瓣环下方，圆锥乳头肌的瓣叶侧心内膜，其后下方为膜部室间隔，此位置可较好地固定在螺旋电极上，不会损伤瓣叶、腱索、乳头肌。右心室流入道间隔部起搏导线固定在膜部室间隔的右前上方，而右心室流出道起搏时电极固定在室上嵴部位。

## 五、左心室

左心室在前后位呈斜置椭圆形，侧位略呈三角形。流出道呈筒状，壁光滑无梳状肌，其上端为主动脉瓣。主动脉瓣叶上方的主动脉壁有三个 Valsalva 窦。左心室位于右心室的左后下方，其壁厚度约为右心室的 2~3 倍。由于室间隔凸向右心室，左心室腔的横切面呈圆形。左心室腔被二尖瓣前叶分为流入道和流出道。左心室乳头肌较右心室者大，前乳头肌起于左心室前壁中部，后乳头肌起于后壁内侧部。

### （一）室间隔

室间隔位于左、右心室之间，呈 45° 斜位。室间隔可分为肌部和膜部。肌部构成室间隔的绝大部分，膜部位于室间隔后上部 1.5~2.0cm 直径的卵圆区，由两层心内膜及其间的结缔组织构成，缺乏肌纤维，厚约 1mm。膜部的右侧面被三尖瓣的隔瓣附着缘分上、下两部。上部分隔右心房和左心室。下部分隔左、右心室。室间隔膜部的成因是由于胚胎时期左、右心室相通，在发育过程中室间隔自下向上生长，上缘留有室间孔，出生前室间孔封闭，形成室间隔膜部，而将左、右心室完全分隔。如发育受阻，则形成室间隔缺损。

### （二）二尖瓣环

二尖瓣口为左室流入道内口，位于左心室的右后上方。二尖瓣前瓣较大，位于前内侧；后瓣较小，位于后外侧。左心房、左心室心肌分别连于二尖瓣环，瓣上瓣下平滑无折叠，左侧旁道在室侧消融时，导管易于稳定钩挂在二尖瓣环下（图 1-11）。左侧旁道几乎均位于二尖瓣后叶瓣环，二尖瓣前叶瓣环几乎无旁道。

## 六、正常心脏 X 线表现

### （一）后前位

正常心影约 2/3 位于脊柱中线左侧，1/3 位于右侧，心尖指向左下，心底朝向右后上。心右缘分两段，上段为升主动脉与上腔静脉的合影，青少年主要为上腔静脉，边缘平直，向上延伸至锁骨平面。老年升主动脉凸出于上腔静脉边缘之外，呈弧形。心右缘下段为右心房所构成。上腔静脉与右心房交界处有一明显切迹。右心缘与膈顶相交形成心膈角，深吸气时心膈角内可见一向外下方倾斜的下腔静脉影。心左缘分三段，上段为由主动脉弓组成的主动脉球，中段为肺动脉主干组成的心腰或肺动脉段，下段由左心室构成，

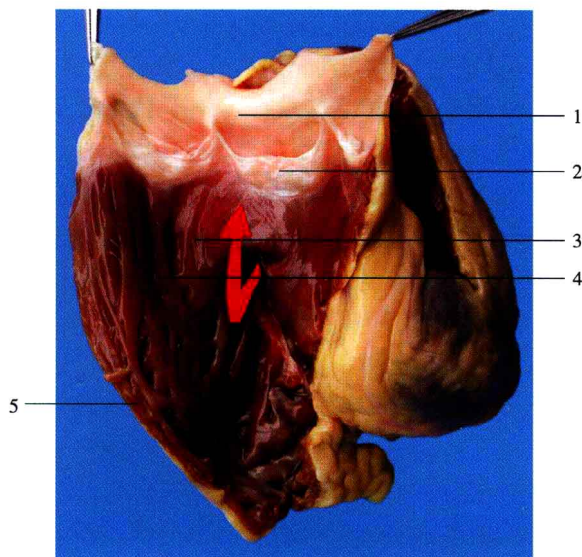


图 1-10 右心室流出道

1. 肺动脉 2. 肺动脉瓣 3. 箭头指示右室流出道 4. 室上嵴 5. 右心室壁

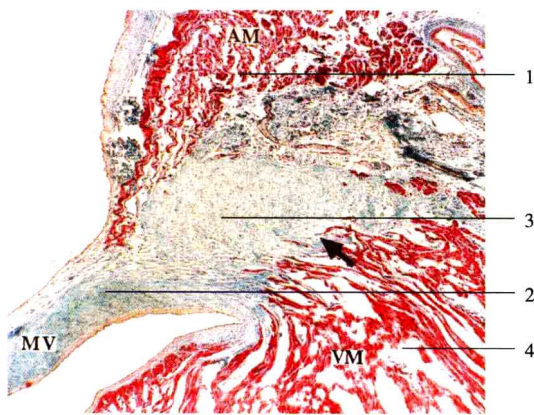


图 1-11 二尖瓣环组织结构

1. 心房肌 2. 二尖瓣 3. 二尖瓣环 4. 心室肌

左心室在下方形成心尖。左心室与肺动脉之间，由左心耳构成，长约 1.0cm，不能与左心室区分。左心室与肺动脉段的搏动方向相反，两者的交点称为相反搏动点，该点上、下侧心缘呈“翘翘板”样运动。主肺动脉分为左、右肺动脉分支，越出纵隔影后，分别构成两侧肺门。

### (二) 右前斜位

右前斜 45°时，心影位于胸骨与脊柱之间。心前缘自上而下由主动脉弓、升主动脉、肺动脉、右心室漏斗部、右心室前壁和左心室下端构成。升主动脉前缘平直，弓部则在上方弯向后行。肺动脉段和漏斗部稍为隆起。心尖以上大部分为右心室构成。心前缘与胸壁之间有三角形透明区的心前间隙。心后缘上段为左心房，下段为右心房，两者无清楚分界。心后缘与脊柱之间为较透明的心后间隙。食管在心后间隙通过，钡剂充盈时显影。

### (三) 左前斜 45°

左前斜 45°时，室间隔平面与 X 线投照方向接近平行，上为前，下为后，以室间隔为界，心影被对称的分为左右两半，右前方一半为右心室，左后方一半为左心室；心前缘上段为右心房，下段为右心室，右心房段主要由右心耳构成，房室分界不清。左前斜 60° 投照时，心前缘主要由右心室构成；左前斜 45° 时，则整个心前缘可由右心房构成。右心房影以上为升主动脉，两者相交成钝角。心后缘可分为上下两段，上段由左心房构成，下段则由左心室构成。左心室段的弧度较左心房大，两个不同弧度的交接点，可作为两者的分界。深吸气时，室间沟在左心室段的下端呈一浅切迹。心后下缘与膈形成的心膈角内，可见下腔静脉进入心影内。左肺动脉跨越左主支气管，并向后延伸。左主支气管下方为左心房影。

### (四) 左侧位

侧位上，可见心影从后上向前下倾斜，心前缘下段为右心室前壁，上段则由右心室漏斗部与肺动脉主干构成。下段与前胸壁紧密相邻，上段心缘逐渐离开胸壁呈一浅弧，向上向后倾斜。再往上为升主动脉前壁，直向上走行。这些结构与前胸壁之间的三角形透亮区，称为心前间隙。心后缘上、中段由左心房构成，下段则由左心室构成，并转向前与膈成锐角相交，下腔静脉常在此角内显影。心后下缘、食管与膈之间的三角形间隙，为心后食管前间隙。

### (五) 动态心影

心左缘的搏动主要代表左心室搏动。收缩期急剧内收，舒张期逐渐向外扩张。搏动幅度的大小与左心室每次搏动的输出量有关，输出量小则幅度小，输出量大则幅度大。左心室以上，可见主动脉和肺动脉的搏动，方向与左心室的搏动相反。当左心室收缩时，主动脉迅速向外扩张；舒张时，则缓慢内收。主动脉球搏动的幅度与脉压大小有关，脉压大，搏动幅度亦大。肺动脉的搏动与主动脉类似，但较弱。心右缘的搏动代表右心房搏动。右心室增大时，其强有力的心室搏动可以传导至心右缘。深吸气时，膈下降，心影伸长趋向垂位。深呼气时，膈上升，心呈横位。平卧时膈升高，心上移，呈横位心，由于体静脉回流增多，上腔静脉影增宽，心影增大。

## 第二节 心脏传导系统

### 一、窦房结

窦房结是心脏正常窦性心律的起搏点，位于上腔静脉和右心耳之间的界沟上端外侧，心外膜下 1~2mm 处，与内膜之间隔以心房肌，其长轴沿界沟长轴排列，平行于上腔静脉和右心房交界处，从上腔静脉与右心耳嵴相连处向右下后延伸，呈梭形、半月形或马蹄铁形，长为 10~20mm，宽和厚均为 2~3mm，可分为头（前部）、体（中间）、尾（后部）三部，由窦房结细胞和纤维基质构成。窦房结细胞包括结细胞（P 细胞或起搏细胞）和过渡细胞（T 细胞）、心房肌细胞和蒲氏纤维。结细胞位于窦房结中央，是窦性冲动的起搏细胞；过渡细胞的作用是将窦性冲动传导到心房肌。窦房结动脉在窦房结中央穿行，来自右冠状动脉者占 55%~60%，来自左冠状动脉回旋支者占 40%~45%。



## 二、心房传导束

心房传导束包括结间束和房间束。结间束是连接窦房结和房室结的传导束。可分为前、中、后三个结间束。前结间束从窦房结的头部发出，向左前走行，弓状绕过上腔静脉和右心房前壁，在此分为二束纤维：一束继续延入左心房体部和左心耳，成为房间束，即 Bachman 束。Bachman 束是右心房至左心房电传导的主要通路。窦性冲动在心房上部经 Bachman 束进入左心耳，在心房下部经房间隔下部传至左心房后下方，冲动至左肺下静脉附近融合而完成一次左心房的激动。前结间束的另一束弯向后下入房间隔前部，在房间隔内此束在主动脉根部后方斜行下降入房室结后上缘，称为前结间束。中结间束从窦房结尾部发出弓状绕上腔静脉的后方，下行入房间隔后部，然后沿房间隔右侧下降入房室结后上缘，相当于 Weckebach 束。后结间束从窦房结尾部发出后入界嵴，沿界嵴向下至下腔静脉瓣，越过冠状窦口至房室结后上方，然后急转向下入房室结下部，相当于 Thorel 束。

## 三、房室交界区

房室交界区是心房和心室之间的特殊传导组织，同窦房结相似，也有结细胞、移行细胞、心房肌细胞和蒲肯野纤维四种细胞类型，是心房兴奋传入心室的通道。按结构和功能特征，房室交界区可分为房结区（AN 区或移行细胞区）、结区（N 区或致密结）和结希区（NH 区）。房结区位于心房和结区之间，具有传导性和自律性；结区相当于组织学上的房室结，房室结呈扁椭圆形，大小约为  $6\text{mm} \times 3\text{mm} \times 1\text{mm}$ ，在房间隔下部右侧面，冠状窦口前方，室间隔膜部的后方，上方为卵圆窝的下缘，下方为三尖瓣环，即位于由冠状窦口、卵圆窝和三尖瓣隔瓣附着处形成的 Koch 三角区，右房心内膜下约  $1\text{mm}$  处。房室结具有传导性，但无自律性，是导致房室传导时间延缓的关键部位；结希区位于结区和希氏束之间，具有传导性和自律性。

房室交界区存在延缓传导、双向传导、递减传导和双径路现象等电生理特性。延缓传导特性能保证房室顺序收缩，为心室充盈提供足够的时间。双向传导指心房到心室及心室到心房的传导。递减传导指随心房率递增，房室交界区传导速度出现递减，甚至出现功能性阻滞。人类心脏 85%~90% 的房室结动脉来源于右冠状动脉，10%~15% 来源于左冠状动脉回旋支。

## 四、希氏束和束支

希氏束为索状结构，主要由蒲肯野细胞构成，长约  $15\text{mm}$ ，起自房室结前下缘，穿过中央纤维体，沿室间隔膜部下行，到达肌性室间隔上缘，分为左束支和右束支。右束支细而长，是希氏束的延续，沿肌性室间隔右室侧下行，到右室心尖部和前乳头肌基底部。左束支呈带状，分出后立即横穿室间隔到达室间隔左室侧，又分为左前分支和左后分支，分别进入前后两组乳头肌。希氏束的血供受前降支和后降支冠状动脉同时支配，左右束支和分支大多数也接受左右冠状动脉的双重血供。部分老年人希氏束位置低，可能与心脏转位有关。

## 五、蒲肯野纤维网

蒲肯野纤维网是左右束支的最后分支，分支多而形成网状，密布于心室内膜下，并垂直向心外膜延伸，与普通心室肌细胞连接。希氏束、束支和蒲肯野纤维网可统称为希蒲系，其作用是将心房传来的兴奋传到心室，且兴奋由心室内膜向心室外膜呈放射状传播。

## 六、房室旁道

房室结—希氏束—蒲肯野系统是房、室之间传导系统的正路，而 Kent 束、James 束、Mahaim 纤维均属房室旁路纤维。直接连接心房和心室肌的纤维为 Kent 束。后结间束的大部分和前、中结间束的小部分纤维共同绕过房室结主体而止于房室结的下部或房室束，称为 James 束。Mahaim 纤维是右房游离壁与右束