超声医学“四新”系列丛书

实时三维超声心动图

REAL TIME 3-DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY

主 编/李 靖 华 琦 刘延玲

配光盘

人民軍醫出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

超声医学“四新”系列丛书

REAL TIME 3-DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY

实时三维超声心动图

主 编 李 靖 华 琦 刘延玲

人民軍醫出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS
北 京

图书在版编目(CIP)数据

实时三维超声心动图/李靖，华琦，刘延玲主编. －北京:人民军医出版社，2007.1
ISBN 7-5091-0639-7

Ⅰ.实... Ⅱ.①李...②华...③刘... Ⅲ.实时－三维-超声心动图 Ⅳ.R540.4

中国版本图书馆CIP数据核字（2006）第131413号

策划编辑:郭 威 文字编辑:刘 平 责任审读:余满松
出 版 人:齐学进
出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店
通信地址:北京市100036信箱188分箱 邮编:100036
电话:(010)66882586(发行部)、51927290(总编室)
传真:(010)68222916(发行部)、66882583(办公室)
网址:www.pmmp.com.cn

印刷:潮河印业有限公司 装订:春园装订厂
开本:889mm×1194mm 1/32
印张:7.75 字数:202千字
版、印次:2006年1月第1版第1次印刷
印数:0001～3000
定价:60.00元

版权所有 侵权必究
购买本社图书，凡有缺、倒、脱页者，本社负责调换
电话:(010)66882585、51927252

编著者名单

LIST

主　编　李　靖　华　琦　刘延玲
副主编　张　建　何　青　高　敬

编　者　（以姓氏笔画为序）

王剑鹏　中国医学科学院阜外心血管病医院
王彩荣　首都医科大学宣武医院
吕秀章　中国医学科学院阜外心血管病医院
朱振辉　中国医学科学院阜外心血管病医院
华　琦　首都医科大学宣武医院
刘延玲　中国医学科学院阜外心血管病医院
许闻桥　中国医学科学院阜外心血管病医院
李　靖　卫生部北京医院
李莹莹　卫生部北京医院
何　青　卫生部北京医院
汪　芳　卫生部北京医院
张　建　首都医科大学宣武医院
范海荣　卫生部北京医院
高　敬　首都医科大学宣武医院
凌　雁　中国医学科学院阜外心血管病医院

内容提要

SUMMARY

本书十分详尽地介绍了实时三维超声心动图技术及相关临床应用研究，是国内关于实时三维超声心动图的第一部著作。全书共20章，分别就心脏瓣膜病、扩张型心肌病、肥厚型心肌病、冠心病、肺栓塞肺动脉高压、主动脉瘤、房间隔缺损、室间隔缺损、动脉导管未闭、法洛四联症、大动脉转位、肺动脉闭锁、心内膜垫缺损、心脏肿瘤等疾病进行了细致的分析，同时介绍相关病例，每个病例均配有三维超声心动图图像。书后附有一张CD-ROM光盘，上面录有各种心脏疾病的二维及三维动态图像，配有文字说明，这将有助于读者对实时三维超声心动图的理解。本书适合心内科、超声科医师以及各医学院校相关专业研究生阅读使用。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

序

PREFACE

在超声心动图学50余年的发展过程中，经历了一维、二维、三维超声显像。M型超声心动图能够清晰显示心脏局部结构活动幅度、速率，但不能直观显示心脏结构。二维超声心动图是在M型超声心动图基础上发展起来的一种显像技术，可以显示心脏平面结构，对超声心动图学的发展起了重要作用，是目前临床上应用最为广泛的一项超声技术。三维超声心动图是目前超声领域中的研究热点，该技术能够为人们提供一个直观立体的心脏解剖结构，为心血管疾病诊断开辟了一条新的道路。

本书详尽介绍了实时三维超声心动图技术及相关临床应用研究，是国内关于实时三维超声心动图的第一部著作。《实时三维超声心动图》全书共20章，文中配有大量三维超声心动图精美图片，而且附有一张CD-ROM光盘，上面录有各种疾病的心脏二维及三维动态图像，并配有文字说明，这将有助于读者对实时三维超声心动图的理解。

本书作者在超声医学方面有很深的造诣，对三维超声的应用及发展有着深刻的认识。他们将积累的宝贵资料、图片与自己的经验相结合，并吸取国内外先进技术和成果，完成了本书的编写。相信本书的出版，一定会受到广大医务工作者的欢迎，为促进我国超声医学的发展做出积极贡献。特此向各位医学同道热情推荐。

卫生部　北京医院名誉院长

2006年6月20日于北京

前言

PREFACE

超声心动图学在50余年的发展过程中经历了一维、二维、三维显像。1954年瑞典学者Elder首次应用超声波记录了室壁和瓣膜的运动曲线，标志着M型超声心动图的出现。M型超声虽然不能直观显示心血管结构及其空间位置关系，但M型超声能清晰显示局部组织结构细微快速的活动变化、准确测定局部活动幅度、速率，在超声心动图学中占有独特的地位。1971年荷兰学者Born应用线性相控仪记录到心脏切面的动态图像，标志着二维超声心动图的诞生。20世纪70年代末北京医院首先引进了二维超声心动图仪，此后在国内得到广泛应用。二维超声是在M型超声心动图基础上发展起来的显像技术，可以显示心脏大血管断面的解剖结构、空间关系及其功能状态，对超声心动图学的发展发挥了极为重要的作用。虽然二维图像与一维图像相比有明显的优势，但仍存在某些限制:①心脏是一个复杂运动的三维器官，二维超声检查时检查者须从多个切面中想像心脏的三维形态;②二维超声不能显示所有的心脏切面;③二维超声依赖检查者，变异性较大;④二维超声心动图定量测量基于心脏结构的几何形态假设，在心脏形态改变时有较大的误差。由于心脏不仅具有复杂的解剖结构，而且是一个不断收缩与舒张的运动器官。为了能给检查者提供一个直观立体的心脏解剖结构，近二三十年来人们应用多种三维超声技术对心脏进行立体重建，使得三维超声成为超声领域中的研究热点。

国外从20世纪70年代中期开始从事三维超声心动图的研究。1974年，Deker等首先报道经胸进行心脏三维图像研究，标志着静态三维超声心动图学的诞生。国内，1987年李英杰等应用经胸超声采集二维图像，以网络法显示左室三维形态;1993年王新房等应用双平面经食管超声进行了心脏的静态三维重建。1993年，美国Pandian和荷兰Roelandt两个小组报道了应用多平面食管超声进行心脏动态三维重建，标志着动态三维超声心动图学的诞生。然而，动

态三维超声技术的图像采集和处理耗时费力,图像质量受到心律失常和呼吸幅度的影响,图像分辨率较低,而且在不同时间轴上取得的组合动态三维不可能获得真实的“四维”心脏形态变化。20世纪90年代末,美国杜克大学研制了实时三维超声心动图系统,可实时显示心脏的三维结构和X、Y、Z轴的任一切面,但由于探头阵元数目较少,图像分辨率低,不能满足临床的需要。

直至2002年首次推出高分辨率的实时三维超声心动图系统(real time 3-dimensional echocardiography,RT-3DE,才使三维超声进入一个崭新的阶段。它的出现使得心脏三维技术有了一次革命性的飞跃,真正实现了心脏的实时动态三维显示。该技术应用矩阵型多方位快速扫描法,按相控阵方式在Y轴方向扇型扫描形成二维图像,再沿Z轴方向扫描,形成三维图像。为了达到实时成像,一次发射采取16条声束同时并行扫描,使三维图像的帧频增加,呈现实时显示。

本书分别介绍了瓣膜病、心肌病、先天性心脏病、心脏肿瘤、肺栓塞、冠心病、室壁瘤、马方综合征等疾病的实时三维超声心动图图像,以及实时三维超声心动图原理、操作方法、在心功能评价中的应用和在心脏病治疗监测方面的应用。

在本书编写过程中,得到了北京医院和心内科领导的大力支持。编者在阜外心血管病医院超声科获得的大量研究成果,为本书的编著打下了深厚的基础。在此对所有给予支持和帮助的各位同仁表示衷心的感谢。我的家人在我编写本书过程中给予了我极大的帮助和支持,在此对我的家人表示由衷的感谢。

由于超声心动图技术发展日新月异,加之编者能力和水平有限,虽然已经尽了努力,但仍可能存在不足之处,恳请予以指正。

李 靖

2006年11月

目　录

CONTENTS

第 1 章　心脏大血管正常解剖　/ 1
第 2 章　三维超声心动图概述　/ 20
第 3 章　心脏瓣膜病　/ 33
第 4 章　扩张型心肌病　/ 56
第 5 章　肥厚型心肌病　/ 64
第 6 章　冠心病　/ 77
第 7 章　肺栓塞肺动脉高压　/ 87
第 8 章　主动脉瘤　/ 96
第 9 章　房间隔缺损　/ 103
第 10 章　室间隔缺损　/ 117
第 11 章　动脉导管未闭　/ 128
第 12 章　法洛四联症　/ 138
第 13 章　矫正型大动脉转位　/ 147
第 14 章　完全型大动脉转位　/ 156
第 15 章　肺动脉闭锁　/ 165
第 16 章　心内膜垫缺损　/ 174
第 17 章　心脏肿瘤　/ 193
第18章　实时三维超声心动图结合静脉声学造影的临床应用　/ 206
第 19 章　实时三维超声心动图评价心功能　/ 213
第 20 章　三维超声心动图在心脏病治疗中的应用　/ 222
中英名词对照　/ 235

chapter 1

第 1 章 心脏大血管正常解剖

一、心脏位置及毗邻关系

心脏主要位于中纵隔，其中 1/3 位于正中线之右侧，2/3 位于左侧，两侧为肺脏，前方有胸骨。心脏前面称胸肋面，大部分由右心房和右心室构成，小部分为左心房和左心室。心脏的两侧和前方大部分被肺脏和纵隔胸膜覆盖，只有靠近胸骨和第3～6肋软骨的部分没有被肺脏覆盖，称为心脏裸区。心脏后方与部分肺脏组织、气管下段、支气管起始部、食管和降主动脉等毗邻。心脏下面较平，接近于水平位，贴近膈肌中心腱。此处大部分为左心室下壁，少部分为右心室下壁。左侧面向外凸起，大部分为左心室外侧壁，后上方小部分为左心房。右侧面也稍向外凸起，主要为右心房和右心室。心脏后面主要是左心房后壁，小部分为右心房后壁和左心室后壁，一般称为心底部（图 1-1）。

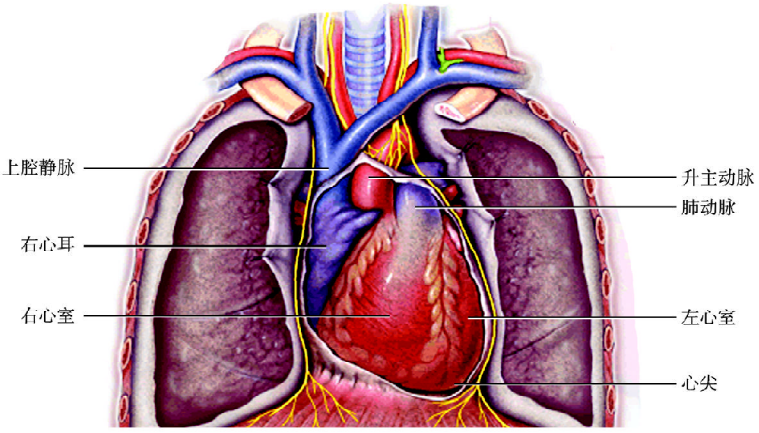

图1-1　心脏大体观

二、心脏大血管各部位解剖（图 1－2 ～4 ）

(一)右心房

位于心脏右前方，呈直立的不规则卵圆形，壁较薄，外表光滑，上端与上腔静脉相连。上腔静脉的位置靠前，在上纵隔前部。下端紧贴横膈，有下腔静脉及冠状静脉窦开口，下腔静脉通过横膈后几乎立即进入右心房。右心房的底部，即三尖瓣口。右心房后壁主要为房间隔，与左心房隔开，其前上缘正对下腔静脉入口的房间隔部位是卵圆窝。上缘外侧与上腔静脉交界处有非常重要的心脏起搏点——窦房结。

右心房腔分为耳部和体部两部分，右心房及其周围组织的解剖结构较复杂，与许多心脏大血管的重要结构有关（图 1-2）。

1. 右心房背部　有两条沟将右心房与附近组织分开。界沟或终沟(sulcus terminalis, terminal groove)在右心房背部的右前方，与其相对的右心房腔内有一隆起，称为界嵴或终嵴，从上腔静脉入口处前面延伸至下腔静脉入口处前面，将右心房体部与右

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

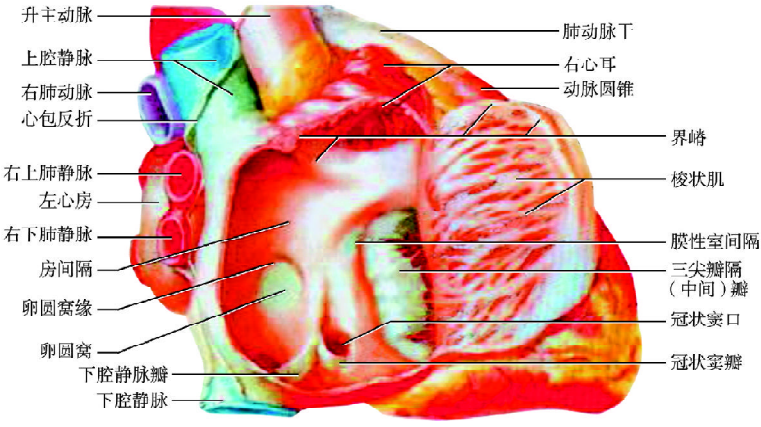

图1-2　右心房与右心室

心房耳部分开。终嵴与下腔静脉瓣相连接。房间沟(waterston′s groove)将右心房与左心房分开，往往与房间隔的部位相一致，两侧心房壁在此处重叠。

2. 右心房耳部　为右心房的前内侧部分，呈钝三角形，相对短小，基底部较宽大。与左心房耳部不同，边缘一般较整齐，没有明显的切迹。内壁高低不平，有许多小梁凸起，称为梳状肌。梳状肌之间的心房壁很薄，呈透明状薄纸样结构。

3. 右心房体部　属于胚胎时期的静脉窦部分，内壁光滑，故也称为右心房静脉窦部或光滑部。位于终嵴之后，为上、下腔静脉汇合处的后下部右心房，有上下腔静脉、三尖瓣口和冠状静脉窦等重要开口相连。其左后侧是房间隔。房间隔中部偏下后方为卵圆窝。右心房体部与多个重要结构毗邻。

下腔静脉瓣(eustachian valve)在下腔静脉入口处，为半月形瓣膜样结构，其前角与卵圆窝的脊相连，在胎儿时期引导下腔静脉血液经卵圆孔进入左心房。

冠状静脉窦口，在下腔静脉入口内上方与三尖瓣之间，其边缘往往也有瓣膜样结构残留，系来自胎儿的右静脉瓣，称为冠状窦瓣（thebesian瓣），心脏收缩时可防止血液逆行注入冠状静脉窦。

Coch三角:在临床上相当重要，处于冠状静脉窦口、三尖瓣环隔叶附着处和Todaro韧带之间，其内有房室结和近端希氏束。

4.房间隔　较薄，其平面与人体正中矢状面之间形成约45°的夹角。整个房间隔大致呈椭圆形，中部偏下后方为卵圆窝，约占房间隔面积的25%，局部很薄。房间隔附近与许多重要组织结构毗邻，其前缘正对主动脉无冠状动脉窦中点，其下方为中心纤维体。下缘在二尖瓣环上方，中间间隔上缘，为卵圆窝下缘的肌性结构，前端对中心纤维体，后端与下腔静脉相连。后缘正对房间沟。上缘与上腔静脉内侧壁相延续。左侧有二尖瓣环，右侧是三尖瓣和中间间隔，冠状静脉窦开口于房间隔的后部。

(二)右心室

位于心脏的右前下方和中部，整体大致呈锥体形，横断面呈月牙形，右上方经三尖瓣口与右心房相连，下方一部分紧贴横膈，另一部分靠近胸骨后胸前壁。形态学上，其小梁部的肌小梁粗乱，房室瓣与半月瓣之间被顶部突出的肌性室上嵴隔开，房室瓣具有特征性。根据胚胎发育、解剖结构和功能，可将右心室分为三部分。

1.流入道　起自三尖瓣口，为靠近三尖瓣口部分的右心室，内壁较光滑。与右心室体部相连处没有明确的分界，一般以肌性环为界，内部结构基本上与体部相似，有粗细不等且较丰富的肌小梁。流入道与流出道之间，以室上嵴即漏斗部后壁下界所隆起的肌束分界，上方为流出道，下方为流入道。室上嵴右侧部分称壁束，恰与主动脉右冠状动脉窦相对，对该冠状窦有支撑作用。室上嵴左侧部分称为隔束，其后方与左室流出道相对。

2.流出道　位于室上嵴上方，其上界为肺动脉瓣口，向下与右心室体部相连，内壁较光滑，肌小梁较细少。流出道由胚胎的

圆锥部发育而来，位于三尖瓣与肺动脉瓣之间，上窄下宽，形似漏斗，亦称为漏斗部。其下缘为粗大的肌性室上嵴，形成从膜部室间隔到调节束的横向肌嵴，是确定右室流出道的重要标志。

3. 体部　右室流入道和流出道之间的右心室部分，肌小梁非常丰富，粗细不等，纵横交错，排列不齐，亦称小梁部。其中有一粗大肌柱，从隔束下部发出，连接三尖瓣较粗大的前乳头肌基底部，称为调节束。三尖瓣后组乳头肌位于右心室腔下方，另外从隔束右下缘发出一组较小的乳头肌，称为锥体乳头肌或圆锥乳头肌。从调节束、前乳头肌和壁束的远侧至右心室心尖部，肌小梁交织成网状，使右心室壁高低不平，与左心室内部结构不同。

4. 室间隔　室间隔平面与人体矢状面之间约有 45° 的夹角，一般分为膜部和肌部室间隔两部分。室间隔并非呈平面，其空间位置和形状，从额面平面观察，突起的面朝向右心室腔，而凹面朝向左侧;从横断面观察，从后向前方向，将两侧流入道分隔，然后向右前方稍形成弧度，构成左心室流出道的一部分。膜部室间隔位于主动脉右冠窦和无冠窦之间的下方，最后室间隔向左侧弯曲，几乎与额面平行，分隔两侧心室流出道。

（1）膜部室间隔:在主动脉右瓣叶和后瓣叶的瓣环交界处下方，左、右心室和右心房之间，肌部室间隔的上方，呈椭圆形或圆形的纤维膜样结构，称为膜部间隔，上下径约 10mm，前后径约 12mm，厚约 1mm。膜部间隔后下方，有心脏传导系统组织通过。三尖瓣隔叶横过膜部间隔，将其分为后上方的膜部房间隔（即房室隔）和前下方的膜部室间隔。

（2）肌部室间隔:占室间隔的大部分，可分为:①来自胎儿时期原始肌部室间隔，表面光滑，位于右室流入道部位的窦部室间隔;②由胎儿时期心室海绵样组织发育而来，靠近心室体部和心尖部，内壁肌小梁丰富的小梁部室间隔，其右心室侧内壁肌小梁尤其丰富;③由胎儿时期圆锥部发育而成，上界为肺动脉瓣环，下界为室上嵴，一部分主动脉根右冠状动脉窦骑跨的漏斗部室间隔等三部分。

(三) 三尖瓣及其瓣器

两组房室瓣之一，位于右心房与右心室之间，由 3 个瓣叶组成。此外，还有三尖瓣环、腱索和乳头肌等相应的三尖瓣瓣器。

1. 瓣环　三尖瓣环的投影部位在右下方，位置靠前，与二尖瓣环并非处于一个平面。三尖瓣环略呈三角形，是心脏纤维支架的组成部分，有三尖瓣3个瓣叶的基底部附着，隔瓣叶前端部分与纤维三角相连。三尖瓣环隔瓣附着处横跨膜部间隔中部，将膜部间隔分为心房和心室两部分。膜部间隔为三尖瓣环前端，中部靠近心房侧有冠状静脉窦开口和房室结，位置十分重要。三尖瓣环前缘与右冠状动脉毗邻，相互平行，相当于右房室沟。三尖瓣环上缘靠近右心耳基底部，有时与窦房结动脉毗邻。

2. 瓣叶　三尖瓣的3个瓣叶分别为前瓣叶、后瓣叶和隔瓣叶。前瓣叶最宽大，是三尖瓣的主要部分，通常呈半月形或四边形。后瓣叶最小，位于三尖瓣环的后下方或背侧，亦称为下瓣或背瓣。隔瓣叶位于三尖瓣环内侧，部分基底部附着于右室后壁，大部分通过腱索附着于室间隔的右心室面。

3. 腱索和乳头肌　右心室内有三组乳头肌，并有相应的腱索连接乳头肌和三尖瓣叶。有时腱索可直接连接于右心室壁，称为假腱索，以区别于连接乳头肌的所谓真腱索。前组乳头肌位于右心室前壁中下部，最粗大，室间隔右心室面有许多较粗大的肌束，与本组乳头肌相连，包括调节束。起自前组乳头肌的腱索，主要连接三尖瓣前瓣叶，少部分连接后瓣叶。后组乳头肌较细小，起自右心室膈面，其腱索主要连接三尖瓣后瓣叶。圆锥乳头肌位于室上嵴下缘，隔瓣和前瓣交界处下方，其腱索连接三尖瓣隔瓣叶及前瓣叶。

(四) 左心房

位于心脏的左上偏后侧，底部为二尖瓣口，与左心室相通。左心房前壁与升主动脉毗邻，后壁靠近食管，附近有左上腔静脉退

化形成的斜行韧带，上壁与支气管分叉处相邻，左侧壁为游离壁，右侧为房间隔(图1-3)。

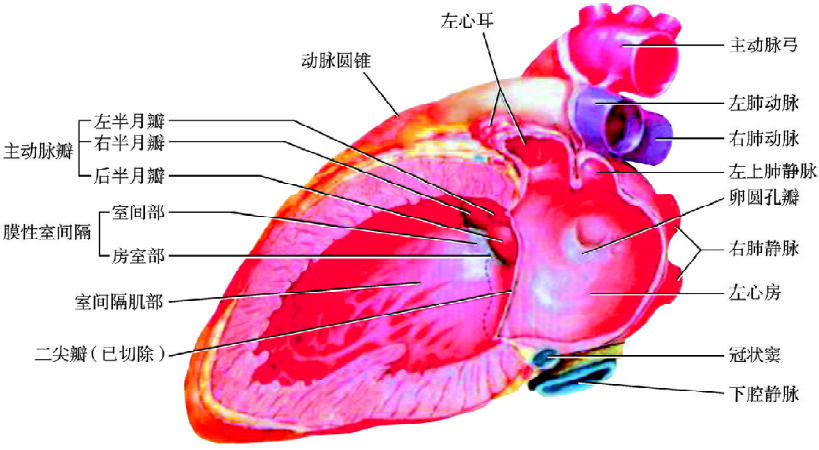

图1-3　左心房与左心室

左心房分为耳部和体部两部分。左心耳在心脏的左前上方，为小梁化内腔，靠近主肺动脉根部左侧，其内下方有左冠状动脉回旋支。左心耳形态变异较多，一般比右心耳长，边缘不规则，有多个较深的切迹，基底部相对较窄，此部位心房壁往往较薄。与右心房相比，左心房体部的结构较简单，房壁较厚，内壁平滑。四条肺静脉开口于左房后壁两侧，开口处没有瓣膜样结构，但有左心房环肌围绕在肺静脉开口处，可能起类似括约肌的作用。

房间隔的左心房面比较不平整，是胎儿时期卵圆孔瓣所在处，多数已完全封闭，少数残留部分卵圆孔瓣覆盖在卵圆窝上，形成大小不等的未闭卵圆孔。

(五)左心室

位于心脏左侧，呈圆锥形，心壁最厚，约为右心室壁厚度的3

倍。左心室形态与右心室不同，房室瓣与半月瓣之间有纤维连续，体部和心尖部肌小梁细小密集，间隔面较光滑，没有右心室隔束样的类似结构。从左心室短轴横断面看，各个水平均呈圆筒形，心底部粗，心尖部细，四周的心肌组织厚度基本相同，心尖部完全由心肌组织构成，呈钝圆形。而右心室呈月牙形，壁较薄，以两者的外表面分界，相当于前室间沟和后室间沟，但室间隔突向右心室腔。

左心室壁分为前壁、侧壁、后壁、下壁、室间隔和心尖部等部分，各部位正常左心室壁的厚度基本相同。室间隔上部由薄膜状纤维组织的膜部室间隔构成，其余大部分为肌部室间隔。

左心室腔按胚胎发育分为靠近上部内壁光滑的窦部、靠近心尖的小梁部和圆锥部等三部分。小梁部从乳头肌附着处到心尖部，内壁肌小梁细小密集，与心室壁紧贴，略呈放射形，肌小梁形态不同于右心室。圆锥部有小部分圆锥间隔，与右室漏斗部相邻。

左心室流入道的上界是二尖瓣口，二尖瓣在开放时下垂入左心室，二尖瓣前叶基底部，与主动脉根无冠状动脉窦和左冠状动脉窦后半部分之间有纤维组织相连接，借此将左心室腔分为两部分，在其之前为左室流出道，在其之后为流入道。流入道从房室连接处延伸到乳头肌附着处。

左室流出道，从心尖小梁部延伸到主动脉瓣瓣叶附着处，小梁部与流出道之间没有明确的分界。主动脉瓣瓣叶构成流出道的远端，支撑主动脉瓣的结构，部分为肌性组织，部分为纤维组织。主动脉前庭或主动脉瓣下呈管形，前外侧壁为心肌组织，由室间隔和左心室壁组成，后内侧壁为纤维组织，由二尖瓣前叶附着部分和膜部室间隔组成，内壁非常光滑，是左室流出道的主要部分。

(六) 二尖瓣及其瓣器

左侧心房心室之间的房室瓣由两个瓣叶组成，此外有二尖瓣环、腱索和乳头肌等相应的二尖瓣瓣器（图 1-4）。

1. 瓣环　其投影部位在中部，位置靠后，前方是主动脉瓣，类

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com