

超 声 心 动 图

诊 断 与 临 床

于 伟 奇 袁 建 军 编 著

许 玉 春 审 校

超声心动图诊断与临床

于伟奇等编著

学苑出版社出版

社址：北京西四颁赏胡同四号

铁道部第十五工程局洛阳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行

开本：787×1092 1/16 印张：13.125 字数：313千字 印数0001---5000册

1989年8月第1版

1989年8月第1次印刷

ISBN 7-80060-335-0/R·14

定价：9.50元

目 录

第一章 超声的物理基础.....	(1)
一、超声波的基本概念.....	(1)
二、超声波的物理特性.....	(1)
第二章 心脏的应用解剖.....	(4)
一、心各腔的形态结构.....	(5)
二、心壁结构.....	(7)
三、心脏的传导系统.....	(8)
四、心脏的血液供应.....	(9)
第三章 超声心动图检查方法与正常图象.....	(11)
一、M型超声心动图的检查方法与正常图象.....	(11)
二、切面超声心动图的检查方法与正常图象.....	(17)
三、脉冲多普勒的检查方法及基本图象.....	(26)
第四章 超声心动图 测量 与 正常值.....	(30)
一、左室.....	(30)
二、右室.....	(31)
三、左房.....	(32)
四、右房.....	(32)
五、主动脉根部.....	(33)
六、肺动脉干.....	(33)
第五章 心脏声学造影.....	(34)
一、药物.....	(34)
二、操作方法.....	(34)
三、应用范围与禁忌症.....	(35)
四、注意事项.....	(35)
五、声学造影的分析.....	(35)
第六章 瓣膜疾病.....	(37)
一、二尖瓣关闭不全.....	(37)
(一) 风湿性二尖瓣关闭不全.....	(37)
(二) 二尖瓣脱垂.....	(41)

(三) 二尖瓣腱索断裂.....	(44)
(四) 二尖瓣环钙化.....	(48)
二、二尖瓣狭窄.....	(49)
(一) 风湿性二尖瓣狭窄.....	(49)
(二) 先天性二尖瓣狭窄.....	(56)
三、主动脉瓣关闭不全.....	(58)
(一) 风湿性主动脉瓣关闭不全.....	(58)
(二) 主动脉瓣脱垂.....	(62)
(三) 先天性主动脉瓣关闭不全.....	(64)
四、主动脉瓣口狭窄.....	(65)
(一) 风湿性主动脉瓣狭窄.....	(65)
(二) 老年钙化性主动脉瓣狭窄.....	(70)
(三) 先天性主动脉瓣瓣性狭窄.....	(71)
(四) 先天性主动脉瓣下狭窄.....	(72)
(五) 先天性主动脉瓣上狭窄.....	(72)
(六) 先天性动脉缩窄.....	(74)
五、三尖瓣关闭不全.....	(74)
(一) 风湿性三尖瓣关闭不全.....	(74)
(二) 功能性三尖瓣关闭不全.....	(76)
六、三尖瓣狭窄.....	(78)
七、肺动脉瓣关闭不全.....	(81)
八、肺动脉口狭窄.....	(82)

第七章 左向右分流的先天性心脏病..... (87)

一、房间隔缺损.....	(87)
二、心内膜垫缺损.....	(92)
三、单心房.....	(95)
四、室间隔缺损.....	(96)
五、肺静脉畸形引流.....	(107)
六、动脉导管未闭.....	(110)

第八章 无分流的先天性心脏病..... (116)

一、三房心.....	(116)
二、左位上腔静脉.....	(117)

第九章 紫绀型先天性心脏病..... (119)

一、法乐氏四联症.....	(119)
二、法乐氏三联症.....	(124)
三、右室双出口.....	(127)

四、单心室.....	(129)
五、埃勃斯坦畸形.....	(132)
六、三尖瓣闭锁.....	(135)
七、肺动脉瓣闭锁.....	(136)
八、永存动脉干.....	(137)
九、大动脉错位.....	(138)
第十章 肺动脉高压.....	(142)
第十一章 主动脉疾病.....	(145)
一、主动脉瘤.....	(145)
二、冠状动脉窦瘤破裂.....	(146)
三、先天性主动脉缩窄.....	(150)
第十二章 冠心病.....	(151)
第十三章 高血压性心脏病.....	(163)
第十四章 肺原性心脏病.....	(166)
第十五章 心肌病.....	(170)
一、扩张型心肌病.....	(170)
二、肥厚型心肌病.....	(173)
三、限制型(闭塞型)心肌病.....	(180)
第十六章 其他心血管疾病.....	(182)
一、心腔内肿瘤.....	(182)
二、马凡氏综合征.....	(187)
三、心包积液.....	(188)
四、感染性心内膜炎.....	(194)
五、右位心.....	(199)
六、左心室假腱.....	(201)
第十七章 心脏功能检查.....	(203)
一、泵血功能测定.....	(203)
二、心肌收缩性能测定.....	(207)
三、心肌舒张性能测定.....	(208)
四、心肌收缩时间间期测定.....	(209)
五、其它指标测定.....	(210)

第一章 超声的物理基础

超声心动图是以声学手段为依据的一种特殊的物理诊断方法，其优点是无损伤，无痛苦，准确性高，能详细观察心脏与大血管的结构形态、房室收缩、舒张与瓣膜关闭开放的活动规律，为临床提供重要价值的参考资料。由于超声心动图是利用超声波的物理特性和人体组织结构的声学特点密切结合的一种物理诊断方法，因此，了解有关超声波的物理知识十分重要。

一、超声波的基本概念

超声波和声波都是机械波，所不同的是超声波的频率比声波的频率高，不能为人耳所感受。人们把这种超过人耳听觉上限的声波叫做超声波。

人耳所能听到的声波频率为16—20,000赫。超声波的频率段甚宽，可以从20,000赫开始至10,000,000,000,000 (10^{13}) 赫以上，但医学诊断领域中，使用800,000 (0.8兆)—32,000,000 (32兆) 赫这一段，特别在0.8—5兆赫间用得最多。

超声波和声波一样，它们都是纵波的形式通过介质向四周传播。气体、液体和固体均能作为传递声波的介质，不同的物体中声波的传播速度亦不同。不同的是超声频率高、波长短，具有良好的指向性、衍射现象小等。

超声是如何产生的呢？现代超声发生器主要由两部分组成，一部分是高频电（超声频）发生装置，通常由电子电路组成，其主要功能是产生超声频电振荡。另一部分是换能器，它的主要功能是使超声频电振荡转变为超声频机械振动，即达到产生超声振动的目的。常用的换能器是用石英、酒石酸钾钠、钛酸钡、锆钛酸铅等晶体材料制成的。这些晶体有一种电致伸缩效应，在周期性交变电场作用下，发生伸长或缩短，因而转换为机械振动。超声波发生器就是利用晶体的电致伸缩效应产生机械超声波的。反之，当晶体受压或拉伸时，会在受压面（或其它面）上产生电荷，出现周期性变化的电压，从而将机械振动转换为电振动，这种现象称为压电效应。利用压电效应可以作为超声波接收换能器。

二、超声波的物理特性

1、方向性 随着超声频率的逐渐增高，其声波传播的立体角亦愈来愈变窄。到达兆赫级时，声能是高度集中，几乎呈园柱体形向单一方向传播，但稍向四周扩散。临床上根据这一特性，来进行体内组织器官的病变定位。

2、反射、绕射和散射 界面与入射波垂直，回声可返回至探头，在示波屏上出现一个回波。界面如与入射波不垂直，虽有回声但不能返回至探头。而且超声在两种声阻

抗(R ; 即介质密度与声速的乘积)不同的介质中传播时, 如声阻抗的差别大于0.1%时, 入射超声即在界面上才引起反射。采用不同灵敏度观察反射信号的有无、多少、强弱、分布和形状, 可以判断有否疾病及其大体性质为液性、实质性或含气性、均质或不均质。但是, 当障碍物界面小于半波长时, 无反射产生而发生绕射。只有障碍物的界面大于超声的半波长才产生反射, 而其边缘仍有绕射发生, 此物后方有一无超声传播区, 即“声影”征象, 可见于胆石和某些肿瘤。

超声入射至大量微小粒子, 而粒子的直径甚小于波长时, 呈现散射效应。散射时使声能量向各处分散。但对于某一固定点来考虑, 所接收到的散射声能量可达到一定的数量级, 可作为诊断依据。

3、吸收与衰减 超声在介质中传播时, 声能量受吸收, 反射与散射等因素呈衰减现象。衰减与不同介质的性质有关, 亦随距离的增大而增加。一般是空气>液体>固体, 癌肿组织>病变组织>正常组织。因此, 超声在空气中传播距离最短, 探测中宜避开肺和肠腔内气体; 癌肿组织可出现回声减少、出波降低或严重衰减的现象。

4、分辨力与穿透力 超声能分出两个界面间最短距离的能力称分辨力。在声束轴线上分出两个界面间最短距离的能力称纵向分辨力; 在垂直于声束轴线上的平面上能分出两个界面间最短距离的能力称横向分辨力。超声频率愈高, 则波长愈短, 其分辨力愈高而穿透力愈差; 反之, 超声频率愈低, 则波长愈长, 其分辨力愈低而穿透力愈高。故临床上需要考虑检查对象, 考虑探测脏器的部位的深浅选择最适宜的频率。一般说来, 测短距离与要求精密时(如眼球)用高频率; 反之则用低频率。

5、多普勒(Doppler)效应 当振动源(发射源)与接受器的位置在均匀的介质中发生相对运动时, 接收器所接收到的发射频率发生变化, 其频率变高或变低而不同于振动源发射的声波频率, 这个现象1842年为奥地利科学家 Doppler 所发现, 故称为多普勒效应。这种相对运动所产生的声频之差值称为多普勒频移, 它与相对运动的速度成正比, 即被测物体运动愈快则反射的超声频率改变也就愈大, 其关系为:

$$f - f_0 = \Delta f = \frac{2V \cos \theta}{C} f_0$$

f_0 为入射超声频率, f 为运动体反射回来的声频, Δf 为频移, C 为声速, θ 为声速入射方向和物体运动方向的夹角, V 为运动物体的速度。

多普勒技术在心血管中检测的目标是流动的血液, 主要为红细胞。红细胞直径明显小于超声波长, 因此成为超声入射到心血管时的主要散射源, 当红细胞受到超声幅射时, 便产生超声散射, 由于 Doppler 效应, 红细胞散射的超声频率发生变化, 这种超声频率的偏移可以指示血液的方向和速度, 同时还可指示是层流还是湍流, 以此为临床提供诊断依据。

粘性液体在血管中作稳定的流动, 流体质点不互相混杂, 成为流线有条不紊, 层次分明的流动, 园管中流体运动的雷诺数约小于2000—2300, 这种流体属于层流。层流的速度以中心为最大速度而侧边逐渐降低, 但是, 如流速增大到一定值, 正常的层流就被破坏, 即流体各层质点互相混杂, 流线极不规则, 流体运动的速度、压强等常有不规则的升高与下降, 其雷诺数大于2000—2300, 这种流体的流动称为湍流(或称紊流)。

另一种为涡流，是指作旋转运动的一种流体运动。由于速度不同的各层流体之间的摩擦所产生的，流体由于管径的变化突然扩大或缩小，或在管壁拐角处，可与流束之间形成旋涡，旋涡靠主流带动着旋转，涡流在心内普遍存在。涡流在多普勒频谱图上有明确的表现，由于涡流使取样容积内红细胞运动无方向性，因而频谱呈双向展宽的湍流图，根据这个图形，可以区别瓣膜运动和血流，也可以判断心内分流或返流的严重程度。

超声多普勒法就是根据 Doppler 效应，以探测胎心搏动、成人心脏及瓣膜运动，判断血管内有无阻塞，记录心脏内结构的运动速度、血管内血流速度和心内血流速度，以及根据频谱判断层流或湍流。对血液动力学、心内分流和瓣膜疾病可提供可靠的客观依据。

第二章 心脏的应用解剖

心脏位于胸腔的前纵隔内、两肺之间，位于胸骨和第2—6肋软骨后方，其三分之二偏于正中线的左侧，三分之一在右侧，心的长轴倾斜，由右后上方至左前下方。由于心在胚胎发育过程中曾沿长轴发生扭转，所以心的左半部偏于后方。右半部偏于前方。从前方观察，可以看到右心的大部分及左心的小部分。（图2—1；图2—2）

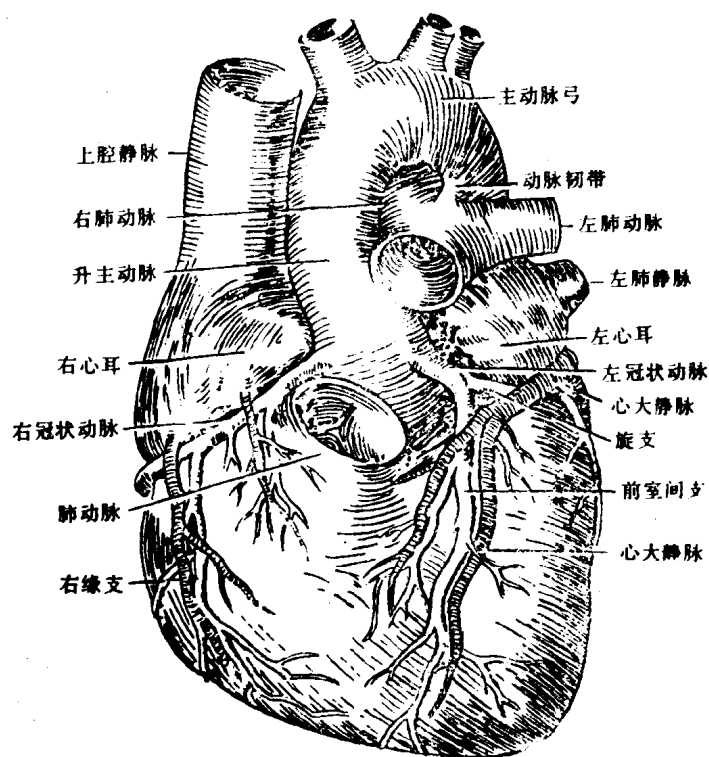


图2—1 心脏前面及冠状血管

心脏为前后略扁的锥体形，心底向右后上方，连接出入心脏的大血管，心尖向左前下方，略带钝圆形，后下扁平朝向膈又叫膈面，心表面有冠状沟将心分为上下两部分，上部是心房，下部是心室。还有前后室间沟。

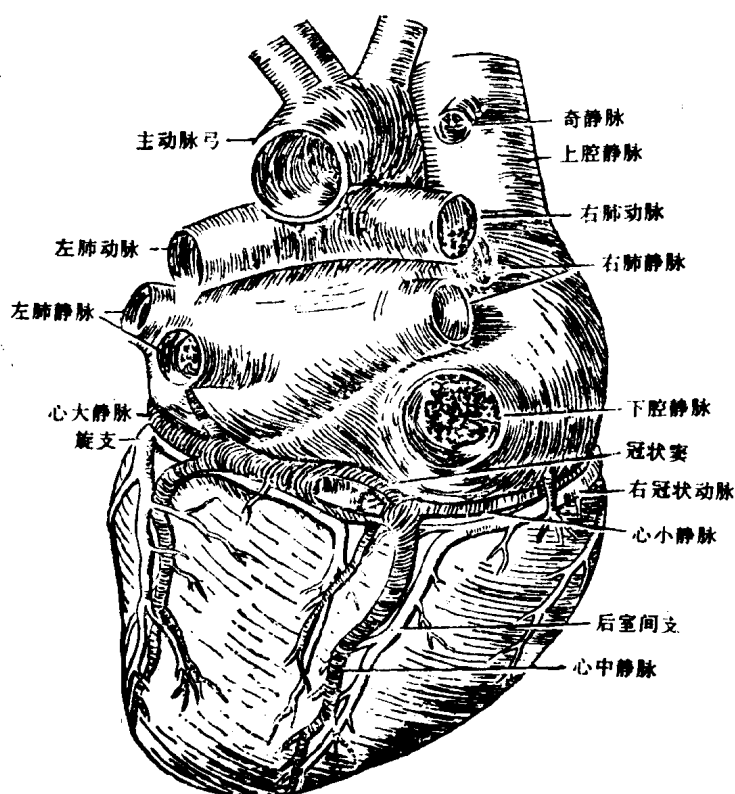


图2-2 心脏后面及冠状血管

一、心各腔的形态结构

心为一中空肌性器官。内有四腔：后上部为左心房，右心房，二者之间有房间隔分隔，前下部为左心室、右心室，二者之间有室间隔分隔。（图2-3、4）

（一）右心房 有三个入口，一个出口。入口为上腔静脉、下腔静脉口，分别位于右心房上、下方。下腔静脉口前上方与右房室口之间有较小的冠状窦口，为心壁静脉血回心的主要入口。出口为右房室口，位于冠状窦口的前方，右心房借右房室口通向右心室。

右心房向左前方延伸的耳状突出称为右心耳。房间隔下部右侧壁上，有一卵圆形凹陷，称为卵圆窝，为胚胎时期的卵圆孔出生后闭锁的遗迹。

（二）右心室 有出入二口。入口为右房室口，周缘附有三个叶片瓣膜，称三尖瓣，瓣膜尖向着心室腔，并借许多线样的腱索与心室壁上的乳头肌相连。出口为肺动脉口，周缘有三个半月状瓣膜，称肺动脉瓣，瓣膜开向肺动脉。

右心室腔向肺动脉口的延伸部分称为肺动脉圆锥。在右心室下方的内壁上，有纵横交错的肌隆起，称为肌柱，其中较大的锥形隆起，称为乳头肌，其游离端有几条腱索，同一个乳头肌起始的腱索分别连于相邻的二个瓣膜。

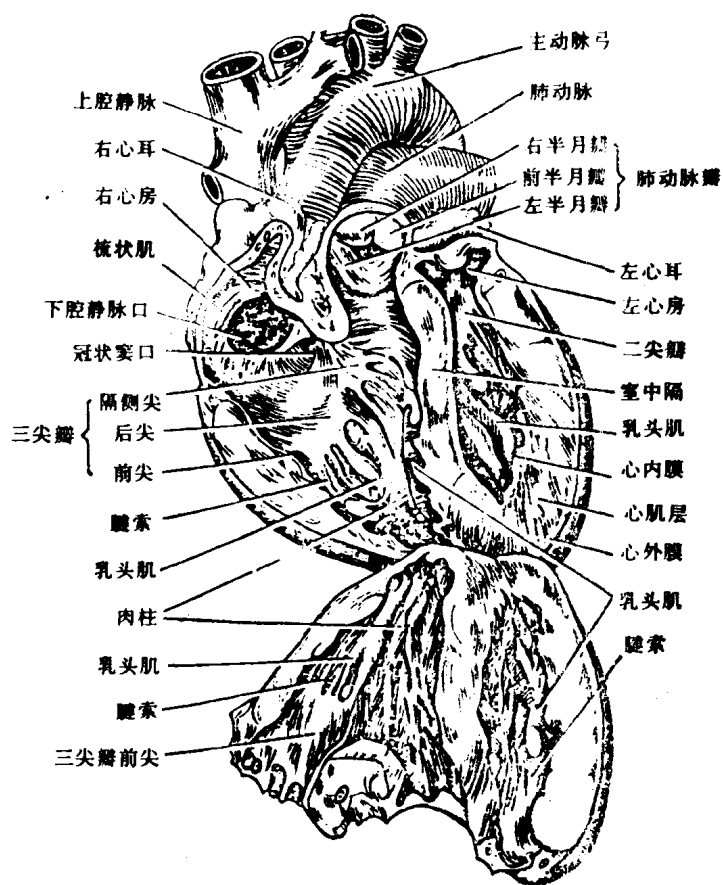


图 2—3 剪开前壁的心脏

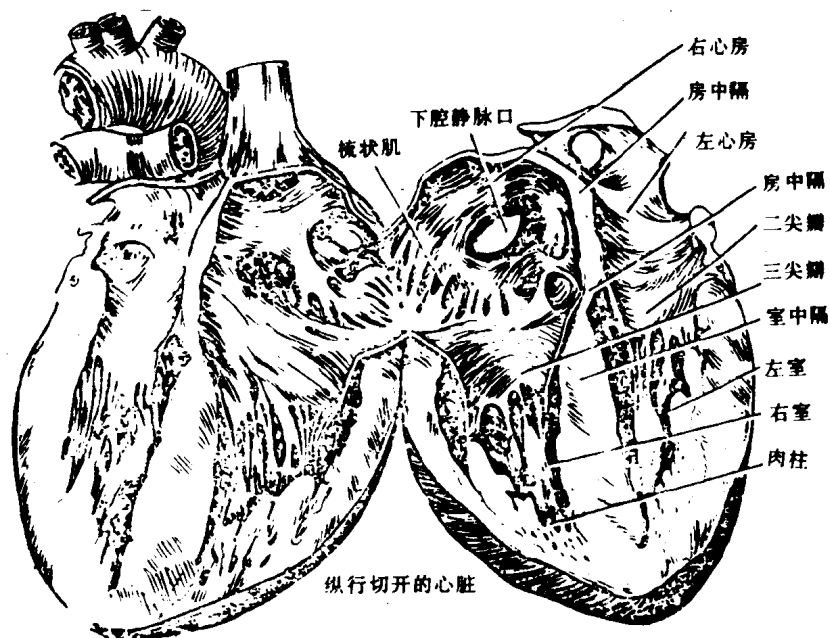


图 2—4 心脏各腔

(三) **左心房** 有四个入口，一个出口。左心房后壁两侧各有一对肺静脉入口，出口为左房室口，通向左心室。

左心房向左前延伸的耳状突出，称为左心耳。

(四) **左心室** 有出入二口。入口即左房室口，周缘有两片瓣膜叫二尖瓣。出口为主动脉口，周缘附有主动脉瓣。(图2-5)

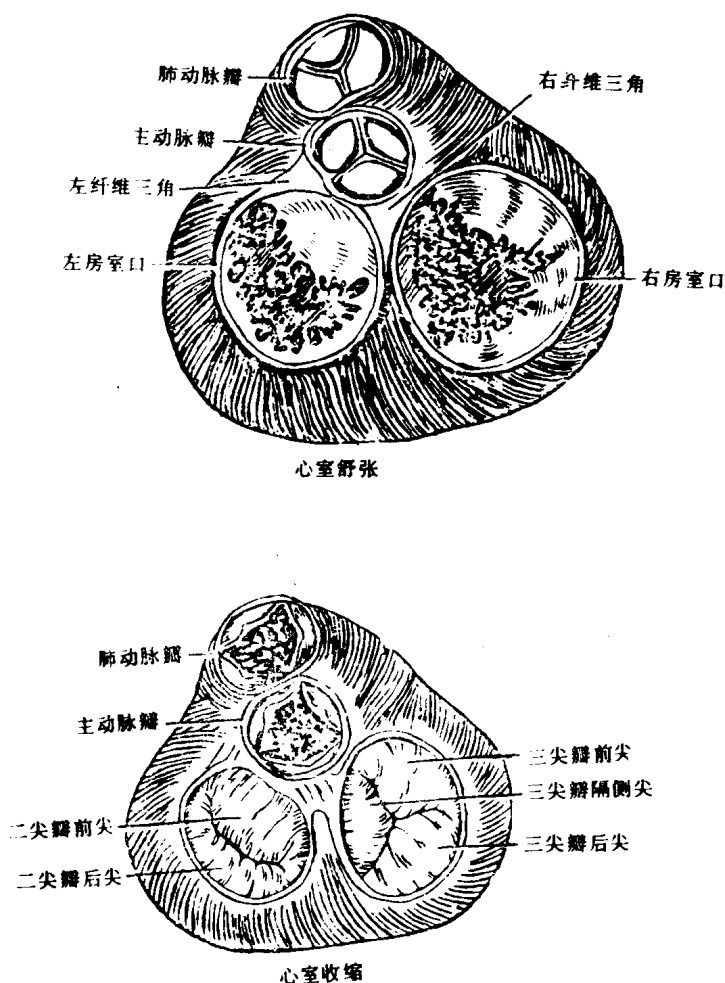


图2-5 心脏瓣膜

左心室壁特别肥厚，约相当于右心室的三倍，左心室腔内肉柱发达，乳头肌和腱索也较强大，大的乳头肌一般只有二个，分别位于左心室前后壁，由乳头肌尖端起始的腱索分别附于两个瓣膜的相对缘。左心室乳头肌按形态可分三种：1、乳头肌呈指状，有三分之一或更多部分突入心室腔。2、乳头肌几乎完全与心室壁结合，只有很少的一部分突入室腔。3、为中间型，介于前二种形态之间。

二、心壁结构

心壁可分为三层，即心内膜、心肌层和心外膜。心内膜是衬贴在房室内面的薄膜，

与大血管的内膜相连续。房室口和动脉口的瓣膜都是由心内膜突向心腔的皱襞构成。心肌层为心壁的中层，最肥厚，心的搏动就是靠心肌有节律的收缩来实现的。心肌分心房肌和心室肌，二者之间互不连续，由纤维性结缔组织环（叫纤维环）彼此分隔，它作为心肌的支架环绕在左、右房室口处，心房肌和心室肌及瓣膜就附着上面。心外膜是一层光滑的浆膜，紧贴心肌层和大血管根部的外面，为浆膜性心包的脏层，心壁的血管、神经即走行其深面。

房间隔：较薄，由心内膜、结缔组织和少量的肌束构成。房间隔的胚胎发育相当复杂。于胚胎第4周开始，由心房顶部长出第一房间隔（又称原发隔），而当第一房间隔向下增长时，其下方留下一个镰状缺孔，称第一房间孔（又称原发孔）。以后由于心内膜垫的发育，第一房间隔逐渐与心内膜垫融合后而使第一房间孔闭合，由于此时右房血液仍需直接流往左房，在第一房间隔的上部组织乃被逐渐吸收而形成一个新的孔，称为第二房间孔（又称继发孔）以代替第一房间孔。

胚胎发育的第七周，在第一房间隔的右侧又长出第二房间隔（又称继发隔），此隔自上而下生长，将第二房间孔遮盖，但此隔并不完整，其下方有一卵圆形缺口，称卵圆孔。出生后肺开始呼吸，肺循环增强，左房内压力升高，迫使于原发隔紧贴于继发隔，继衬之完全愈合封闭卵圆孔，形成了永久的房间隔。如不封闭，即成为先天性心脏病。

室间隔：较厚，主要由心内膜和心肌构成，以心尖附近为最厚，由此向上逐渐变薄。在接近心房处心肌消失，只留下左右心室的内膜成分，称为膜部。室间隔缺损多发生于此部。

房间隔与室间隔的位置与身体正中面约成 45° 角。

三、心脏的传导系统

心脏的传导系统由特殊心肌纤维构成。一般分布在心内膜下层，其主要功能是发出和传导冲动并调节心跳节律，从而维持心脏节律性搏动。心传导系统包括窦房结、房室结、房室束和浦肯野氏纤维。（图2—6）

（一）窦房结 位于右心房前壁上腔静脉根部与右心耳交界处的心外膜深面，是心脏的起搏点，能自动地发出节律性兴奋，引起心房肌收缩，并传至房室结。

（二）结间束 可分为前、中、后三束，前结间束自窦房结发出，向左前绕过右心房前壁入房间隔下降至房室结，并分支分布于左心房。中结间束，经上腔静脉后方入房间隔下降至房室结。后结间束，沿右心房后外侧壁经下腔静脉瓣内行至房室结。

（三）房室结 位于冠状窦口与右房室口之间的心内膜深面，房室结具有次于窦房结的节律性兴奋。

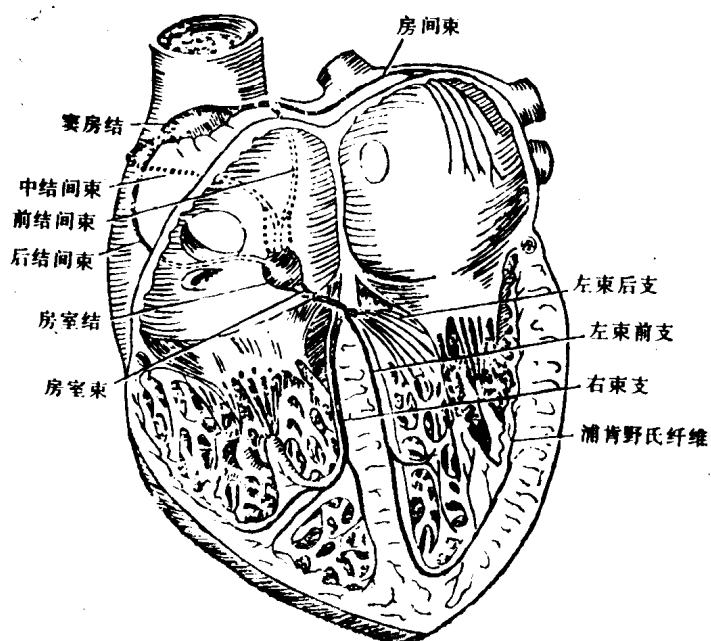


图 2—6 心脏的传导系统

(四) 房室束及束支 房室束是从房室结发出的纤维，又称希氏 (His) 束，下行入室间隔分为左、右二束支。右束支细长，分出后在心内膜深面行向前下，经节制索 (右心室内的肌束，由室间隔连到前乳头肌根部) 到右心室前壁乳头肌处，开始分散为浦肯野氏纤维，分布于乳头肌和右心室壁，与右心室肌纤维相连。左束支行于左心室的心内膜深面，呈带状分前后两支。前支分布于前乳头肌，心室前壁和侧壁，后支分布于后乳头肌和后壁。左束支也是在乳头肌处分散为浦肯野氏纤维与左心室肌纤维相连。

正常心脏节律性兴奋由窦房结发出，经结间束传至心房肌引起心房收缩，同时兴奋也传至房室结，经房室束及其束支传至心室肌，引起心室收缩，如此周而复始使心脏保持节律性搏动。

四、心脏的血液供应

(一) 动脉 营养心壁的动脉是左、右冠状动脉，二者均是升主动脉起始部的分支。(图 2—7)

1、右冠状动脉 经右心耳与肺动脉起始部入冠状沟，由此向右后方转入后室间沟，途中发出分支，其中较大而恒定的有右缘支，沿心右缘向左下与心下缘平行。后室间支，是右冠状动脉进入后室间沟的续行段，下行达心尖右侧。右冠状动脉分支分布到右房右室前面、左右室膈面、室间隔后三分之一，并分支至窦房结、房室结。

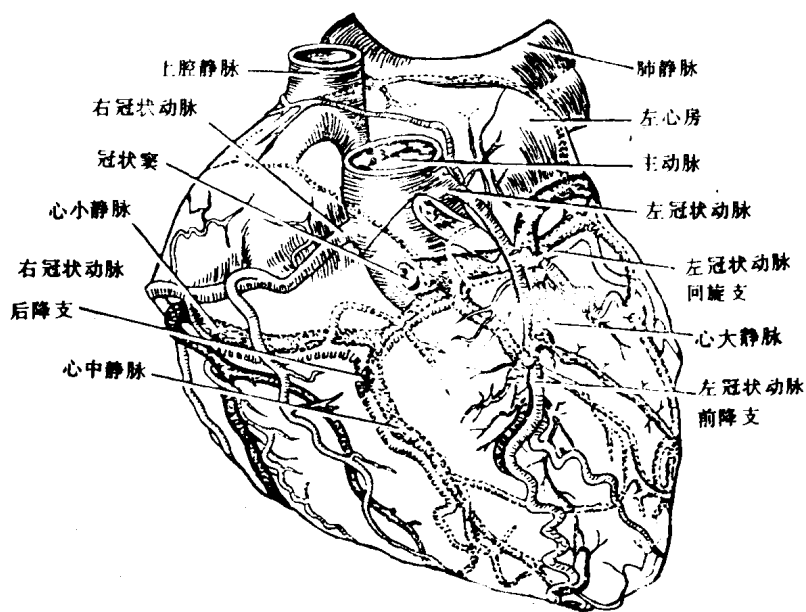


图 2—7 心的动脉和静脉

2、左冠状动脉 较右侧粗大，自主动脉发出后，经左心耳与肺动脉起始部之间向左前方行进，随即分为二支：旋支，沿冠状沟向左后走行，在冠状沟后部与右冠状动脉吻合。前降支，沿前室间沟下降，绕过心尖右侧至膈面，在后室间沟内上行1—3厘米而终，亦可与右冠状的后室间支吻合。旋支和前降支所发出的分支，主要分布于左心房、左心室前面、右心室前面一部分和室间隔前上三分之二，有时并分支至窦房结。

(二) 静脉 心壁各层之间都有静脉网，静脉网逐渐汇集为较大的静脉支，最后构成少数几条注入冠状窦内。冠状窦在冠状沟后部经冠状窦口开口于右心房。冠状窦主要属支有三：心大静脉，起自心尖，沿前室间隔沟上行，经冠状沟向左后方汇入冠状窦；心中静脉起自心尖，沿后室间沟上行汇于冠状窦；心小静脉位于冠状沟后部的右侧，右心房的背面，沿冠状沟右部横向左进入冠状窦。

此外，有一些小静脉支直接注入冠状窦，或直接注入右心房，心壁内的小静脉也直接注入各心腔内。

第三章 超声心动图的探查方法与正常图象

一、M型超声心动图的探查方法与正常图象

M型超声心动仪，是根据心脏各不同的组织结构密度不同的特点，使超声束反射的光点强弱不同及距体表的距离不同而排列在示波屏上，也称之为光点扫描法。当探测心脏时，探头如固定在空间位置的某一点，由于心脏舒缩，心壁、瓣膜等各层界面活动而产生示波屏上光点上下跳动。在x轴偏转板加入慢扫描锯齿波时，整列光点自左向右移动，使上下跳动的光点展开，形成超声心动曲线。示波屏上Y轴代表被测界面的深度变化，X轴代表时间，故此为“距离—时间”曲线（Time—Motion mode；简称M—mode）。当超声波探查心脏时，由于声阻不同常出现不同的反射类型。如声束通过血液或心包液时，因其介质密度为均匀一致无声阻差，故不发生反射，称之为液性暗区，如胸壁、心室壁、室间隔等组织之间其结构较均匀，但仍有一定的声阻差，故可有少量的声波反射，表现为不同厚度的光点层称之为少反射型。如液体和实质脏器的界面，声阻差较大，有较强的反射呈清晰的反射界面，称之为多反射型。肺与心脏声阻差很大，回声非常强，声波几乎完全反射回来，又称之为全反射。

所以，超声波通过心脏不同的位置，由于心脏结构不同，便可以反映出心脏各不同结构的不同表现，借以了解心脏结构和动态的变化。

（一）探查方法及部位

探头在胸骨左缘3—4肋间，超声束扫向内上，探及心底部；然后扫向下外，探及二尖瓣前后叶及左室腔；向内下扫，探及三尖瓣前叶；在探测过程中，可分为5个心脏标准探查区，各标准探查区可记下其个别的特征性表现。（图3—1）

探查分区及内容见表1。

另外，还有胸骨上窝探查法：将探头置于胸骨上窝处，向下探查，主要探查肺动脉干，亦可探到主动脉弓、左房。肺心病患者常用此法探查。剑突下探查法：探头置于剑突下，探头指向上，从右上向左上转动探测，对右心显示常较好。