

心力衰竭的CRT治疗

CRT Treatment for Heart Failure

李永洪 李德鑫 李国栋 刘清占 安涛。主编



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

心力衰竭 CRT 治疗

主 编 李永洪 李德鑫 李国栋 刘清占 安 涛

中国海洋大学出版社
· 青 岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

心力衰竭的 CRT 治疗 / 李永洪等主编. —青岛: 中国海洋大学出版社, 2017. 11

ISBN 978-7-5670-1613-2

I. ①心… II. ①李… III. ①心力衰竭—治疗 IV.

① R541. 605

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 268976 号

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市香港东路 23 号

邮政编码 266071

出 版 人 杨立敏

网 址 <http://www.ouc-press.com>

电子信箱 2586345806@qq.com

订购电话 0532-82032573 (传真)

责任编辑 矫 燕 由元春

电 话 0532-85902495

印 制 北京虎彩文化传播有限公司

版 次 2018 年 3 月第 1 版

印 次 2018 年 3 月第 1 次印刷

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印 张 11.50

字 数 266 千

印 数 1~1 000

定 价 38.00 元

编辑委员会

主 编:李永洪 李德鑫 李国栋 刘清占 安 涛

副主编:杨秀玲 朱仰伦 杜玉林 梁先领 王德尚

编 委:刘 方 车照领 赵福成 栾俊旺 吴彦忠

尹冬梅 安茂燕 王亚运 刘春荣

内 容 简 介

本书分为心力衰竭的基础理论及心脏再同步治疗(CRT)学两部分内容。基础理论部分主要介绍心力衰竭研究的最新进展。CRT部分重点描述CRT手术的适应证、植入方法、手术操作步骤以及术中可能出现的特殊情况与相应的处置办法,同时简述一些有关CRT临床应用的评价资料。大部分内容附有图谱,有关CRT手术的相关设备或仪器、器械、辅助工具等也都有图片资料加以说明,以便于读者能够更好地理解和掌握相关内容。索引部分注释有英文缩略语含义。本书重点突出,图文并茂,文字通俗易懂,适合于初学者学习和了解CRT技术的基本知识。

第一章 心脏的基础知识	1
第一节 心脏的解剖结构	1
第二节 心脏特殊的起搏与传导系统	10
第三节 心脏的生理与电生理功能	15
第四节 心脏的代谢与功能调节	28
第二章 心力衰竭总论	35
第一节 心力衰竭的诊疗史回顾	35
第二节 心力衰竭的概念与定义	39
第三节 心力衰竭的分期及分类	42
第四节 心力衰竭的病理生理	49
第五节 心力衰竭治疗的研究进展	59
第三章 心力衰竭 CRT 治疗学	71
第一节 心脏起搏对血流动力学的影响	71
第二节 CRT 治疗学简述	85
第三节 CRT 治疗心衰的基本理论	93
第四节 CRT 术适应证及手术指征	96
第五节 CRT 植入术的基本方法	101
第六节 体表心电图判断 CRT 有效起搏的方法	107
第七节 CRT 术的常见并发症	110
第八节 CRT 术中特殊情况的处理	112
第九节 CRT 临床应用评价	135
心电学英语及缩略语释义	138
附 录	170

第一章

心脏的基础知识

第一节 心脏的解剖结构

心脏位于胸腔的中纵隔,两肺之间,斜置于横膈之上,约 $\frac{2}{3}$ 偏于正中线左侧, $\frac{1}{3}$ 位于正中线右侧(图 1-1)。前方与胸骨及第 3~6 肋软骨相贴,后方与第 5~8 胸椎平对,内部呈中空结构,由冠状沟分为上方的心房与下方的心室,由中隔分为左心和右心,心房之

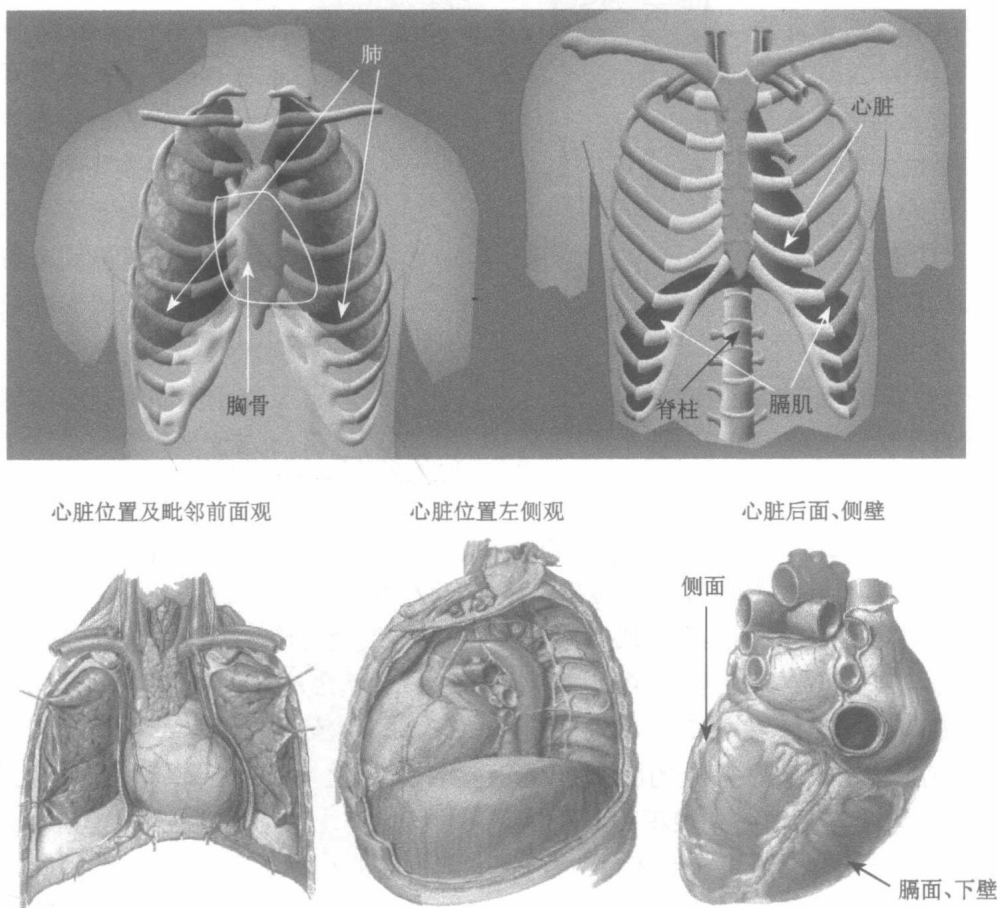


图 1-1 心脏位置及毗邻

间的中隔为房间隔,心室之间的中隔为室间隔。心脏前半部大部分为右心室和右心房构成,下部体积主要为左心室。后半部分主要为心底,大部分为左心房,小部分为右心房(图 1-2)。大体上,心脏的外部结构可分为一尖(心尖)、一底(心底)、五沟、四部、四面和四缘。右上方称为心底部,左下方称为心尖部。五沟为:① 冠状沟:位于心底处,几乎环绕心脏一周,是心房与心室的分解标志,又称房室沟。② 前室间沟:位于心脏的前面,自冠状沟向心尖延伸。③ 后室间沟:位于心脏的后面,自冠状沟向心尖延伸,在心尖处与前室间沟相遇,在此处称为心尖切迹。④ 前房间沟:在心房的前面,分隔左右心房。较为隐蔽,位于升主动脉的后方。⑤ 后房间沟:在心房的后面分隔左右心房,位于右肺静脉根部深面与右心房之间。四面为:① 胸肋面:大部分由右心房、右心室构成,少部分由左心耳和左心室构成。② 膈面:大部分为左心室,少部分为右心室,位于膈肌之上。③ 左侧面:几乎全部由左心室构成,仅小部分为左心房。④ 右侧面:由右心房构成,右侧面与胸肋面之间为界沟。四缘为:① 上缘:主要由左心房构成。上缘的右侧端有上腔静脉注入右心房。② 左缘:斜向左下,圆钝状,又称钝缘,将胸肋面与左侧面分开。大部分由左心室构成,小部分由左心耳构成。③ 右缘:由右心房构成,向右侧微凸。④ 下缘:水平位略向左下方倾斜,较锐,又称锐缘,大部分由右心室构成,近心尖部由左心室构成。

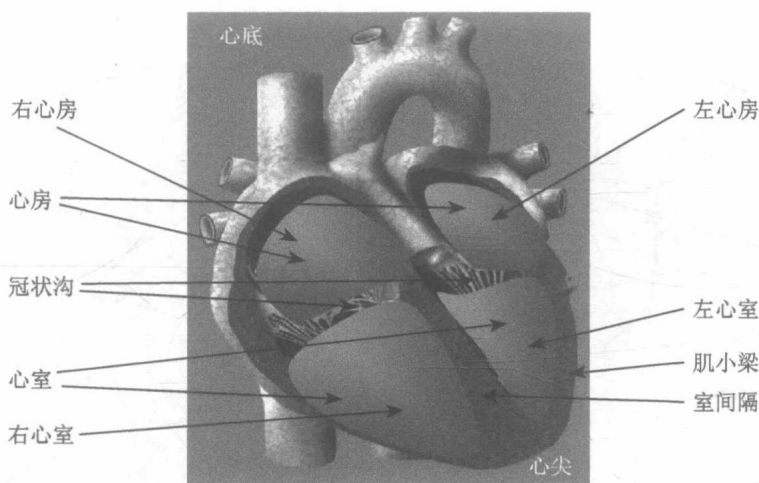


图 1-2 心脏房室结构外部剖面

房室内部结构:① 右心房:位于心脏的右上缘,壁薄而腔较左心房为大。壁厚约 2 mm。前部遮盖升主动脉根部的突出部分称为右心耳。内腔前部为固有心房,后部为腔静脉窦,两者之间的分界标志在心脏表面是界沟,与界沟相对应,心腔内突出的部分为界嵴。界嵴起自上腔静脉口前方,沿右心房外侧壁下降,至下腔静脉口前方。右心房的前下部借右房室口通右心室(图 1-3)。固有心房:内壁有许多大致平行排列的肌肉隆起,叫梳状肌,向后连于界嵴。在心耳处的肌束交错呈网状。当心脏功能发生障碍时,心耳处血液流动更为缓慢,血液易在此处淤积而形成血栓。腔静脉窦:上、下腔静脉口之间形成一个向后开放的 140° 夹角。上腔静脉入口下方,腔静脉窦后壁上微隆起的部分称为静脉间嵴。在下腔静脉口的前缘有一半月形瓣膜,称为下腔静脉瓣,其外侧端连于界嵴,内侧端向前

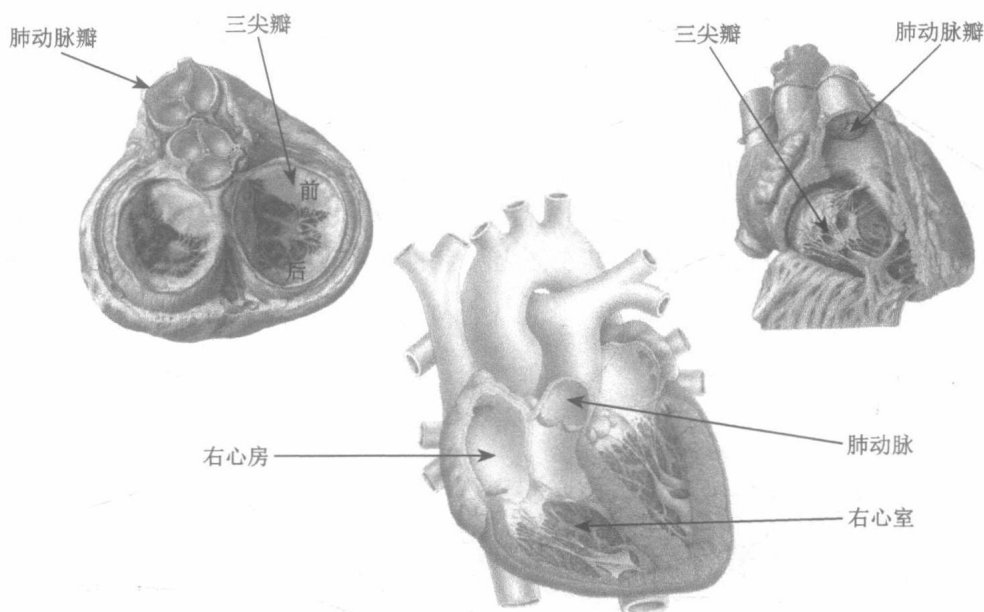


图 1-3 右心系统

上延续于卵圆窝前缘。该瓣在胚胎时期起引导下腔静脉血液经卵圆窝流入左心房的作角。在下腔静脉左侧与右房室口之间有冠状静脉窦口(CS)。成人冠状静脉窦口约 95% 为椭圆形,其纵径约为 10 mm,横径约为 5.6 mm;4% 左右为圆形。冠状窦口后缘有冠状窦瓣,冠状窦瓣高 5.3 mm 左右。冠状窦口多数位于下腔静脉瓣的左前方(约 90%),少数位于下腔静脉瓣下方或后上方(分别为 6.5% 和 3.3%)。冠状窦口是重要的标志性结构,在心导管术中有重要意义。在房间隔右侧面的中下部有一卵圆形的浅窝,称为卵圆窝,卵圆窝是胎儿期卵圆孔闭合后的遗迹,直径为 15~25 mm。窝的前上缘较显著,称为卵圆窝缘,是经房间隔左心导管术时的重要标志。房间隔的前上方,邻接主动脉根部的主动脉后窦微隆起称为主动脉隆凸,心导管术时如损伤主动脉隆凸或因主动脉窦瘤破裂,窦内血液可破入右心房。下腔静脉瓣前方的心内膜下,可触摸到一个细的腱性结构,称为 Todaro 腱,该腱前行经房间隔附着于右纤维三角。在冠状窦口、Todaro 腔与三尖瓣隔侧瓣附着缘之间的三角形区域称为 Koch 三角,房室结位于其前部,Koch 三角的尖对着室间隔的膜部(图 1-4)。Koch 三角是心内直视手术时指示房室结位置的标志;② 右心室:右房室通道三尖



图 1-4 右心内侧面

瓣口周径约 10 cm, 周围绕以纤维环, 将心房与心室分开。右室壁较薄, 为 5~8 mm。右心室向肺动脉方向逐渐平滑呈圆锥形, 称肺动脉圆锥, 其下端有一横行肌称为室上嵴, 该嵴将流入道及流出道分隔开; ③ 左心房: 共有四个肺静脉入口, 肺静脉无瓣膜。前下方有房室通道二尖瓣口与左心室相通; ④ 左心室: 室壁较厚, 为右室壁厚的 2~3 倍(12~15 mm)。左房室口周围有纤维环, 上附二尖瓣, 分别称前瓣和后瓣。二尖瓣口周径约 9 cm (直径约 3~3.5 cm), 前瓣叶是分流界, 其左侧为左室的流入道; 其右侧为左室流出道, 其与上方的主动脉瓣相连(图 1-5)。

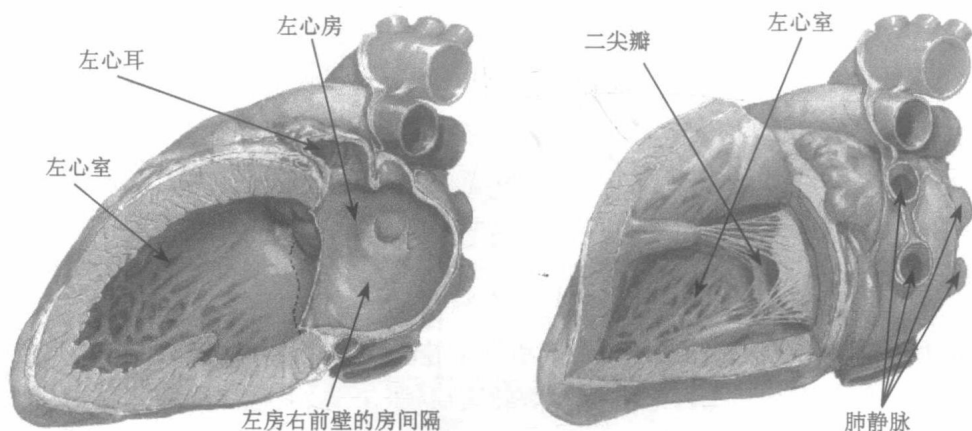


图 1-5 左心系统

心骨骼: 在心房肌和心室肌之间有致密结缔组织构成的支持性结构, 包括室间隔部、纤维三角及围绕房室孔和动脉口的纤维环, 由此构成心脏的坚实支架结构, 称为心骨骼。它是心房肌和心室肌的附着处, 也是心瓣膜的固定处。纤维三角又称中心纤维体(图 1-6), 它与房室结和房室束的密切关系已为心脏临床所重视。房室结紧贴于纤维三角的右上方, 房室结的突出常伸入到纤维三角内, 形成结细胞岛。这些结细胞岛大部分与房室结不相连, 结细胞岛内的细胞比心肌细胞小, 排列紧密。房室束穿经纤维三角右下角时, 也可在其内形成束细胞岛。部分束支传导阻滞可能与中心纤维体等心骨骼的硬化有关。

心壁结构与心肌的超微结构: 心壁由心内膜、心肌和心外膜三层构成(图 1-7)。心内膜位于心壁的最内层, 由单层扁平上皮和少量结缔组织构成, 表面光滑, 宜于血液的流动。心外膜覆于心脏外面, 亦由单层扁平上皮和少量结缔组织构成光滑的表面。心壁的中层是心肌, 是心脏的主要组成部分, 由心房肌和心室肌两部分组成。心房肌薄, 心室肌厚, 左心室肌较右心室肌厚。心房肌分为二层, 浅层为环绕两心房的横行肌束, 深层为各房所固有。心室肌可分为内纵、中环和外纵三层。浅层肌起自纤维环, 呈螺旋形包绕左心室, 在心尖部又以螺旋形折返, 向内形成深层肌, 最后终于肉柱和乳头肌, 与房室瓣上的腱索相连。中层为环行肌, 分别环绕左、右心室, 左室的较发达, 心肌肌纤维为分支状, 并互相连成网状, 但心房肌和心室肌并不直接连接, 而由结缔组织纤维环隔开, 心房肌的兴奋是靠一种特殊的传导系统传给心室肌, 此即心脏特有的传导系统。

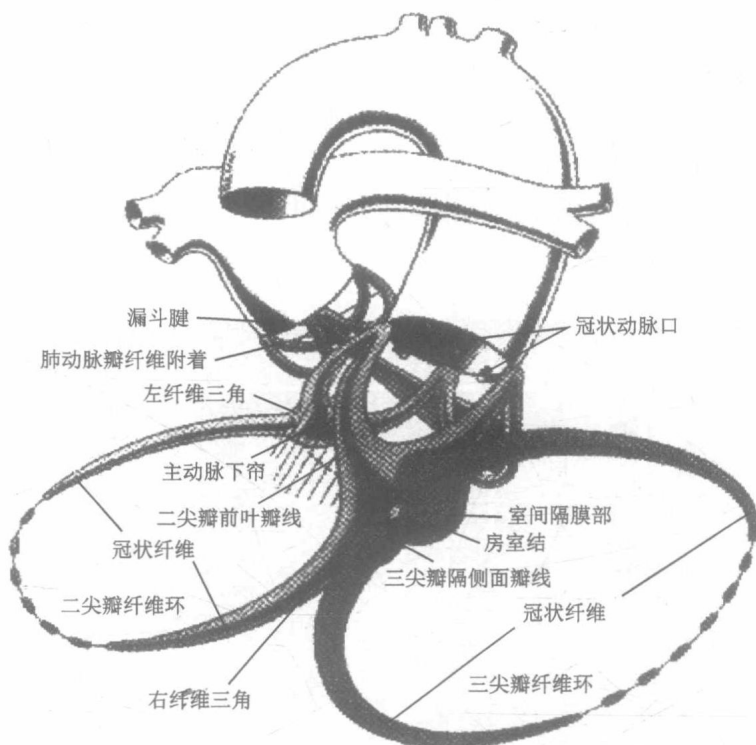


图 1-6 中心纤维体

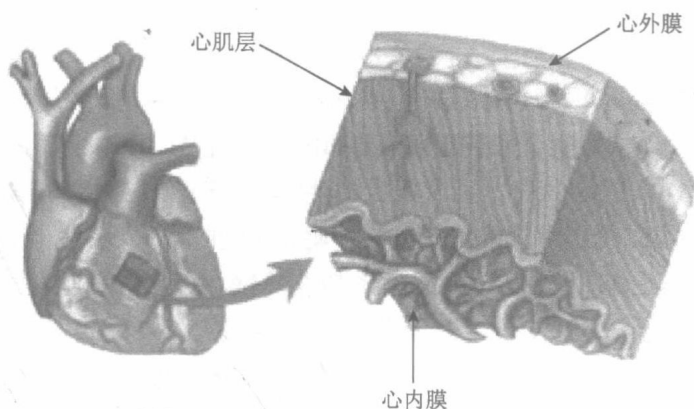


图 1-7 心室壁结构

心肌细胞分两大类：① 起搏细胞与传导细胞：具有自动去极化的功能，参与激动的形成与传导；② 收缩细胞：主要功能是完成心房、心室的收缩与舒张，故又称为“工作细胞”。心肌由心肌收缩细胞所组成。心肌收缩细胞长 $50\sim 100\ \mu\text{m}$ ，横径 $10\sim 20\ \mu\text{m}$ ，两端有闰盘，通过闰盘互相连接成网状。闰盘由两个相邻心肌细胞端端相连处的肌膜凹凸嵌合而成，其即是心肌细胞的分界线，亦为心肌细胞的连接部，同时又是细胞间相互传递兴奋的组织结构(图 1-8)。

(1) 肌膜：肌膜(又称心肌细胞膜)主要由脂质、糖类和蛋白质组成，其功能除具有保护心肌细胞不受损害的作用外，还参与吸收、排出、内外物质交换、细胞之间的连接以及接

受外界各种信息和做出反应的功能活动。心肌细胞膜包绕在心肌细胞外面,可分为两层:

① 基膜:在外面,较厚,不仅有保护作用,而且在心肌细胞兴奋和收缩过程中起主要作用。心肌细胞兴奋时钙离子(Ca^{2+})通过基膜进入细胞内,参与兴奋—收缩偶联过程。

② 浆膜:在内层,与基膜紧贴,浆膜上镶嵌有能选择性透过不同离子的通道,具有能主动运转离子的离子泵,如 Na^+-K^+ 泵等,因而形成并保持了细胞内外的离子浓度差,使心肌细胞能正常地进行除极与复极。在肌膜下有肌浆、肌原纤维、细胞核等。

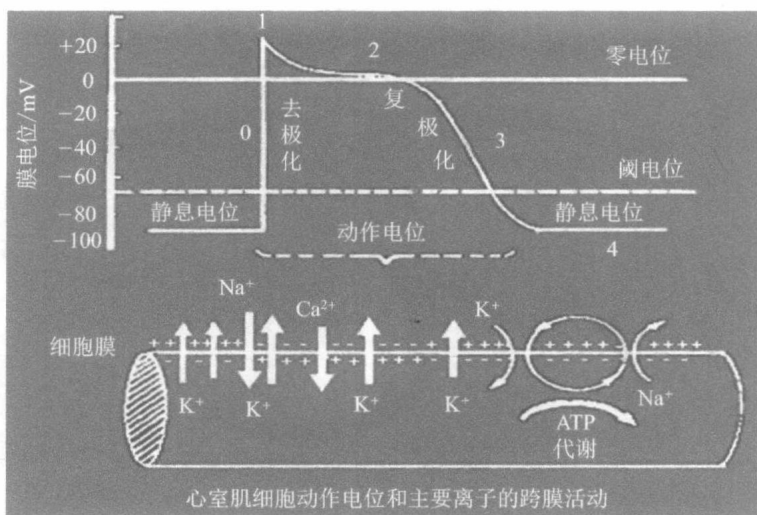


图 1-8 心肌细胞的跨膜活动

(2) 肌原纤维:肌原纤维是心肌细胞收缩的基本结构单位,大量存在于心肌细胞浆中,呈密集纵向排列,纵贯整个心肌细胞,端部插入闰盘中,并被横隔分割成许多重复单位,称为肌节。在光镜下纵向长轴呈现规则的明(I带)暗(A带)交替区,暗带A区中央又有相对较亮的H带,H带正中的暗线为M线,明带I区的中央也有一条横向的暗线,称之为Z线。肌节(肌原纤维)是心肌收缩的基本功能单位,由粗、细肌丝及插入其间的收缩蛋白、调节蛋白和结构蛋白组成,平均肌节长约 $2.2\ \mu\text{m}$,最大收缩时可短至 $1.5\ \mu\text{m}$,最长伸展时可达 $2.5\ \mu\text{m}$,其中粗肌丝直径 $12\ \text{nm}$,长约 $1.5\ \mu\text{m}$,并由 $16\ \text{nm}$ 的间隔互相分开;细肌丝直径 $6\ \text{nm}$,长约 $1\ \mu\text{m}$ 。当心肌收缩时,细肌丝滑动,粗细肌丝交错重叠部分增宽;心肌舒张时则又恢复。

(3) 横管系统和肌浆网:肌浆内有横管系统及肌浆网两套形态和功能不同的内膜系统(图 1-9):

① 横管系统:肌膜向胞质内凹陷(Z线处)折入细胞内形成的管状结构。横管系统与Z线平行,开口于肌基膜,和细胞外液相通,以便细胞内液与外液进行物质交换。横管系统的主要功能是将肌膜的兴奋迅速内传至每根肌原纤维。

② 肌浆网:即心肌纤维中特化的滑面内质网,由细胞浆内蛋白质颗粒排列组成,形成三部分:a. 纵行小管;b. 侧囊:系纵行小管靠近横管扩张膨大成扁平囊状;c. 小管网;肌浆网的主要功能是:a. 合成肌原纤维内的收缩蛋白;b. 进行三大物质交换,供应细胞营养;c. 摄取、贮存及释放钙离子,参与肌肉收缩与舒张过程。

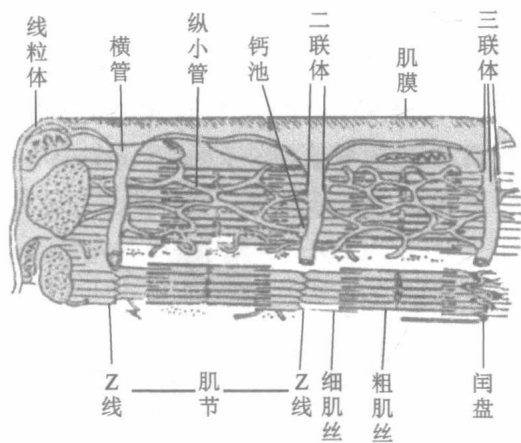


图 1-9 心肌细胞超微结构

③ 三联体或二联体：由两侧各一个肌浆网侧囊与中间的横管组成的三管装置称为三联体。由一个肌浆网的侧囊围绕横管组成的装置称为二联体。三联体或二联体是将兴奋过程与收缩过程偶联起来的关键结构，是横管系统与肌浆网系统的接头点。侧囊中贮存着心肌细胞的大部分 Ca^{2+} ，在兴奋过程的触发下，侧囊和纵小管释放 Ca^{2+} 入肌浆，使肌原纤维附近肌浆中的 Ca^{2+} 浓度迅速升高，引起肌肉收缩。纵小管的膜结构上又具有 Ca^{2+} 泵，可逆浓度差将 Ca^{2+} 由肌浆转运到纵小管和侧囊，使肌浆中 Ca^{2+} 浓度下降，肌肉舒张。由此而言纵小管和侧囊对参与激发和终止肌原纤维的收缩过程的 Ca^{2+} 的贮存、释放和再摄取具有极为重要的作用。

每个心肌纤维细胞的胞浆内均存在有高尔基器，其含有较多糖苷酶系，是多糖合成与蛋白质和脂类结合的场所。心肌纤维内同时还存在有形态各异、数量不等的溶酶体，一般多位于心肌细胞核两端，其基质呈细颗粒状。溶酶体分解消化后的物质部分透过溶酶体扩散进入肌浆，部分则被利用或排出，或成为残液滞留在细胞内。心肌细胞细胞核一般位于细胞中央，由双层核膜与肌浆分开。每个核膜上约有 2 500 个孔，通过这些核孔与肌浆之间进行物质交换。另外，肌浆内还有肌浆网及丰富的线粒体。线粒体多呈长链状，平行排列在肌原纤维间与细胞周边。线粒体膜上酶类丰富，能加强组织呼吸和氧化磷酸化，催化糖、脂肪和氨基酸释放能量，为心肌连续不断地收缩及旺盛的需氧代谢提供巨大的能量供应。

心脏的血管及神经：心脏由冠状动脉供血，又经冠状窦或经心静脉直接汇入右心房或心室。围绕心脏本身的血液循环称为冠状循环，其特点为：① 途径短，流速快；② 血压较高，流入较小血管血压仍维持较高；③ 血流量大，心脏占体重的 0.5%，但血流量占心排血量的 5%；④ 动静脉血氧差大，摄氧率较骨骼肌高一倍；⑤ 心脏舒张期供血。

(1) 心脏的动脉：冠状动脉是从主动脉根部发出的第一个分支动脉，分别从前位的左右主动脉窦发出左、右冠状动脉。左右冠状动脉的开口径范围约为 2~7 mm，左冠状动脉粗于右冠状动脉者约有 60%，右冠状动脉粗于左冠状动脉者约有 28%，两侧动脉等粗者约 11%。左冠状动脉进一步分为前降支和左旋支，部分于该两支之间发出对角支。左冠状动脉主要供应左心房、左心室的大部分及左心室前壁的一小部分。右冠状动脉供应右

心房,右心室的大部分及左心室后上部的一小部分。室间隔的前半部主要由左冠状动脉供应,后半部的血液供应主要来自右冠状动脉。窦房结动脉约 60%起源于右冠状动脉,40%来自左冠状动脉。房室结动脉 93%起源于右冠状动脉。心尖部的血液主要由前降支供应,而左心隔面由回旋支和/或右冠脉的后降支供给(图 1-10)。

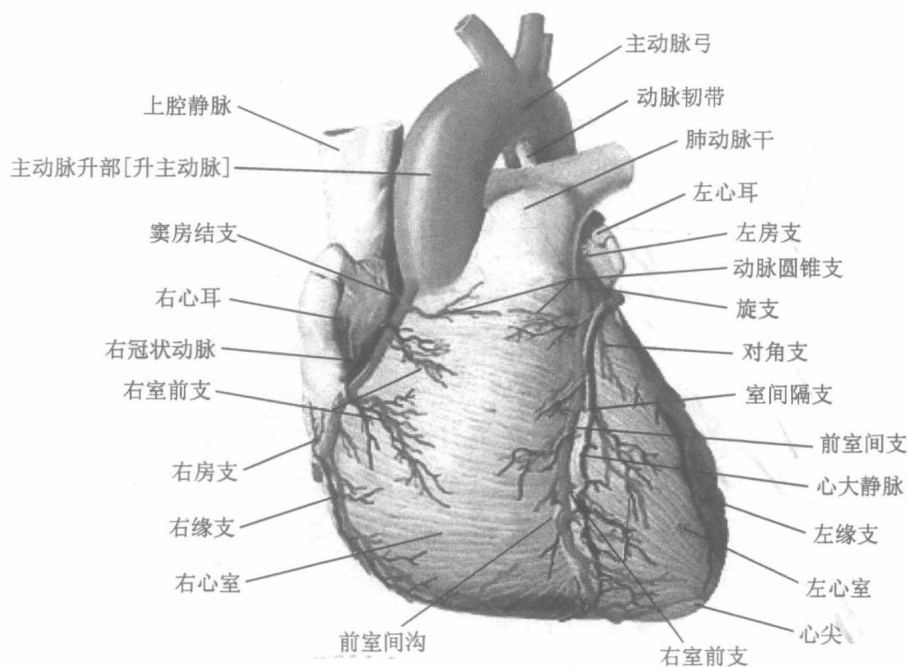


图 1-10 心脏的血管(前面观)

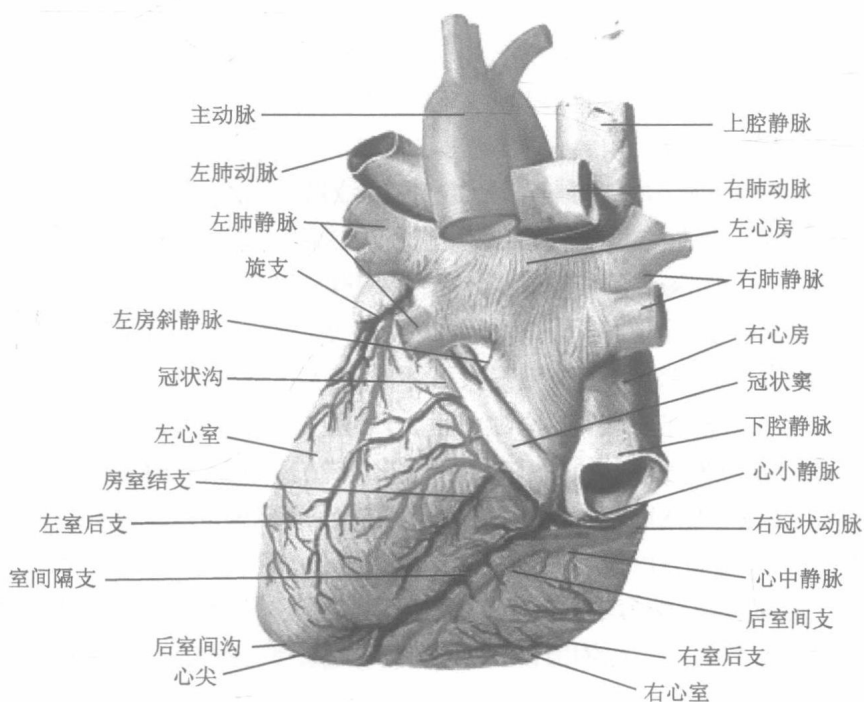


图 1-11 心脏的血管(后面观)

(2) 心脏的静脉:冠脉循环的静脉血起自心肌深部的静脉丛,从心内膜下流向心外膜,汇集到大口径的心外膜静脉,最后主要汇集到冠状静脉窦,最终回流到右心房。冠脉循环的静脉结构主要包括:冠状窦、心大静脉、心中静脉、心小静脉、左房斜静脉和左室后静脉。① 冠状窦:是心脏最终和最大的静脉干,静脉血绝大部分汇流到冠状窦内,再经冠状窦口回流至右心房。冠状窦位于心脏冠状沟的后部,左心房与左心室之间。冠状窦从接受左房斜静脉至冠状窦口处,长度平均为 (38.74 ± 7.81) mm;起点部外径平均为 (6.51 ± 1.97) mm,中部平均为 (7.99 ± 2.65) mm,最末端平均 (9.79 ± 2.48) mm。冠状窦的表面有来自心房的薄层心肌覆盖,对冠状窦的血液流动起瓣膜样的节制作用。冠状窦口位于下腔静脉口与右房室口之间,呈椭圆形。表面投影恰位于房室交点之上。窦口周围有半月形瓣膜冠状窦瓣,以防止血液逆流。冠状窦偶见开口于左心房(图 1-12)。② 心大静脉:行于前室间沟内,与左冠状动脉的前室间支结伴上行,沿途收集来自左、右心室壁的小静脉及左心房壁的静脉血。主干向上斜行至冠状沟,然后左转绕心左缘至心后面移行为冠状窦。在此前接受左房斜静脉注入。心大静脉注入冠状窦处有静脉瓣。大约 80.8% 人的心大静脉、冠状动脉前室间支、旋支 3 条血管构成心血管三角(血管三角)。三角的深部脂肪组织中有左冠状动脉的分支对角支。③ 心中静脉:行于后室间沟,与右冠状动脉的后室间支伴行,注入冠状窦的右侧末端。沿途收集心室后壁的静脉血,包括室间隔中后部的静脉血。④ 心小静脉:行走于右心房和右心室之间的冠状沟内,与右冠状动脉伴行,绕心右缘向左,注入冠状窦的右侧末端或与心中静脉汇合入冠状窦。心小静脉沿途收纳右心房和右心室的小静脉回流。⑤ 左房斜静脉:由左心房后斜行下降,注入冠状窦左端,收纳左心房后部的静脉血。它是胚胎时左总主静脉的残余部分。⑥ 左室后静脉:位于左心室膈面,心中静脉的左侧,收集左心室壁的静脉血,上行直接注入冠状窦或汇入心大静脉。⑦ 其他小静脉:包括心前静脉和心最小静脉。其中心最小静脉是走行于心肌层内的小静脉,直接开口于心房或心室腔内,以中隔右侧和左室乳头肌最为明显。心脏浅表静脉之间有广泛的吻合,这对心脏静脉血的回流有重要意义。

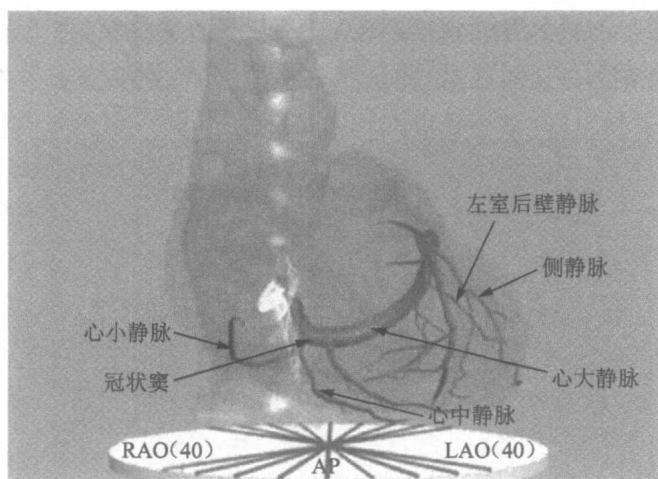


图 1-12 冠状窦及心脏静脉分支

心脏的运动神经分为交感神经和副交感神经。交感神经分布至心房及心室(包括窦房结及房室交界区),兴奋时窦房结发出激动的频率增加,房室传导加快,心房及心室的收缩力增加,冠状动脉扩张。副交感神经来自迷走神经,其兴奋时抑制房室传导,使心跳变慢,降低心房和心室肌的收缩力,对心室的作用相对较小,并可使冠状动脉收缩。

心包:系包裹在心脏和大血管根部外的纤维浆膜囊,称为心包。由外层的纤维性心包和内层的浆膜性心包两部分组成。纤维心包厚而坚韧,平均厚度为 1 mm。底部与膈肌中心腱相愈着,上部包裹大血管根部,并延续为大血管的外膜。纤维心包对于维持心脏的生理位置和防止心脏过度扩张,保持血容量的相对恒定十分重要。浆膜心包衬于纤维心包的內面,称为壁层,并覆盖于心肌的表面,称为脏层,又称为心外膜。浆膜心包的脏壁层之间为心包腔,内含少量浆液,起润滑作用。心包尚形成有横窦、斜窦、前下窦和隐窝(图 1-13)。

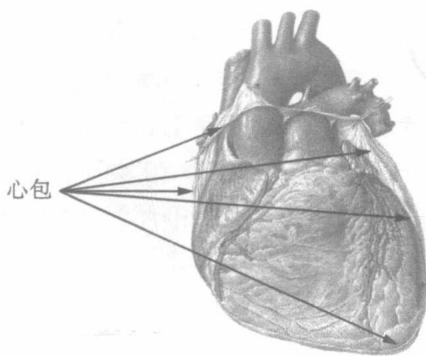


图 1-13 心包结构(前面观)

第二节 心脏特殊的起搏与传导系统

心脏特殊的起搏与传导系统由特殊分化的心肌细胞组成,相连构成结和束,主要功能为产生、传导电激动。包括窦房结、结间束、房室交界区、房室束(希氏束)、左束支、右束支及浦肯野纤维(图 1-14)。

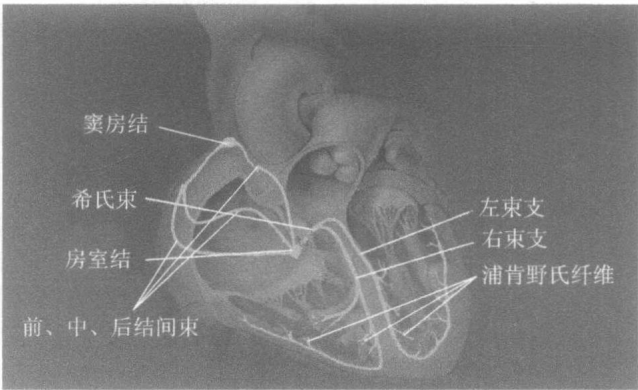


图 1-14 心脏的结一束传导系统

1. 窦房结

位于上腔静脉与右心房上部外侧交界处的心外膜下,为起搏频率最高的起搏点。

2. 结间束

分为前、中、后结间束三条。前结间束从窦房结头部发生,向左前行,弓状绕过上腔静脉和右心房前壁,在这里分为两束纤维,一束继续延伸进入左心房体部和左心耳,成为房间束-Bachman束。中结间束从窦房结尾部发生弓状绕过上腔静脉后方,下行进入房间隔后部,然后沿房间隔右侧下降进入房室结后上缘,相当于 Weckebach束。后结间束从窦房结尾部发生后进入界嵴,向下至下腔静脉,越过冠状窦口至房室结后上方,而后急转直下如房室结下部, Thorel束。

3. 房室交界区

房室交界区的组织结构,以围绕在房室结动脉周围的致密交织纤维(纵、横、斜行纤维)和少量结缔组织构成,以移行细胞为主,P细胞少而位于深层为主要表现。大体可分为浅、深两层:浅层由浅表数层T细胞和深部排列杂乱的特化心肌细胞组成,纤维由上向行走;深层细胞为伸入中心纤维体内的结细胞岛。该结细胞岛实际上是由房室结发出穿中心纤维体前行的结细胞束。在电子显微镜下,房室结含有4种细胞:即P细胞、T细胞、浦肯野细胞和一般心肌细胞。细胞间的连接结构包括粘着膜、桥粒、缝隙连接和未分化区等,根据这4种连接结构可将细胞连接分为3种:①一般心肌之间的连接(闰盘),以丰富的粘着膜、桥粒为主,缝隙连接及未分化区较少;②浦肯野细胞间连接,以缝隙连接为主,粘着膜较少;③P细胞之间连接,以未分化区为主,缝隙连接和桥粒少。不同的连接方式,冲动传导的速度不同。房室结内细胞间只有少数为缝隙连接和桥粒,因此,传导速度慢,这与房室结的延搁作用有较大关系。

房室连接区的作用:①兴奋传导作用:冲动在房室连接区虽然速度减慢,但仍然继续传导。此区的冲动传导有2个显著特点:一为冲动既可从房向室进行顺行传导,也可从室向房进行逆行传导的双向传导;二为双路和多路传导,既有一条快传导也有一条慢传导,还可形成折返环路,这可能与房室结细胞分层和旁路纤维联系有关。②延搁作用:冲动经过房室连接区时,传导速度变慢,发生0.04s的延搁,从而保证心房收缩后才发生心室收缩。该区不同部位传导的速度不同,发生延搁的时间也各不相同。房结区传导最慢,为0.05m/s;房室结内为0.1m/s;同样情况也发生在结束区。发生传导延搁的形态学基础可能与该区纤维细小、排列紊乱和缝隙连接少有关。③过滤冲动作用:在某些特殊情况下(如心房纤颤),心房产生的冲动频率快而强弱不一,但由于该区结纤维相互交织成网,冲动在网内传导时相互冲撞和一些弱小的冲动减轻或抵消,进入心室的冲动大为减少,使心室基本以正常的心率收缩。④起搏作用:房室连接区为次级起搏点,部位主要在结的两端,结的中央起搏作用差或无起搏作用。

4. 房室束的近侧部

房室束是传导系统中连接心房与心室冲动的唯一通道。其他部位心房肌与心室肌均借纤维环分隔,一般无冲动通过(图1-15)。