




# 临床心电图 诊断与应用

翟向红等◎主编

 吉林科学技术出版社

# 临床心电图诊断与应用

翟向红等◎主编

 吉林科学技术出版社

## 图书在版编目 ( C I P ) 数据

临床心电图诊断与应用 / 翟向红等主编. — 长春 : 吉林科学技术出版社, 2018. 4

ISBN 978-7-5578-3675-7

I. ①临… II. ①翟… III. ①心电图—诊断 IV.

①R540. 4

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第064056号

## 临床心电图诊断与应用

---

主 编 翟向红等  
出 版 人 李 梁  
责任编辑 赵 兵 张 卓  
封面设计 长春创意广告图文制作有限责任公司  
制 版 长春创意广告图文制作有限责任公司  
幅面尺寸 185mm×260mm  
字 数 240千字  
印 张 12.5  
印 数 650册  
版 次 2019年3月第2版  
印 次 2019年3月第2版第1次印刷

---

出 版 吉林科学技术出版社  
发 行 吉林科学技术出版社  
地 址 长春市人民大街4646号  
邮 编 130021  
发行部电话/传真 0431-85651759  
储运部电话 0431-86059116  
编辑部电话 0431-85677817  
网 址 www.jlstp.net  
印 刷 虎彩印艺股份有限公司

---

书 号 ISBN 978-7-5578-3675-7  
定 价 50.00元

如有印装质量问题 可寄出版社调换  
因本书作者较多, 联系未果, 如作者看到此声明, 请尽快来电或来函与编辑部联系, 以便商洽相应稿酬支付事宜。  
版权所有 翻印必究 举报电话: 0431-85677817

# 前 言

---

心电图是利用心电图机从体表记录心脏每一心动周期所产生的电活动变化图形的技术。为更好地治疗心脏疾病，缓解医患关系，减轻患者经济负担，提高患者生活质量，本书作者参考大量国内外文献资料，结合国内临床实际情况，编写了本书。

本书首先详细介绍了心脏基础内容，如心脏解剖生理学、心脏电生理特点等内容；其次介绍了心脏疾病的心电图检查，如心脏起搏器与起搏心电图、心肌梗死心电图、心律失常心电图等内容。本书的作者，从事本专业多年，具有丰富的临床经验和深厚的理论功底。希望本书能为医务工作者处理相关问题提供参考，本书也可作为医学院校学生和基层医生学习之用。

在编写过程中，由于作者较多，写作方式和文笔风格不一，再加上时间有限，难免存在疏漏和不足之处，望广大读者提出宝贵的意见和建议，谢谢。

编 者  
2018年4月

# 目 录

第一章 心脏解剖生理学	1
第一节 心脏的解剖	1
第二节 心脏传导组织的胚胎发育	9
第三节 先天异常的心脏传导系统解剖	12
第四节 心脏的生理	14
第二章 心脏电生理特点	17
第一节 心肌细胞的分类与电生理特性	17
第二节 心脏特殊传导系统不同部位的电生理特点	20
第三节 心脏冲动的起始与传导	26
第四节 心脏电生理检查	27
第三章 特殊人群的非创心脏电生理检查	30
第四章 非创心脏电生理检查的潜在风险	33
第一节 非创心脏电生理检查的插管风险	33
第二节 非创心脏电生理检查的刺激风险	35
第五章 经食管心房起搏后心脏各部位的电生理特点	39
第六章 心电图诊断技术	55
第一节 心电图基础	55
第二节 正常心电图及测量	59
第三节 异常心电图波形	61
第四节 心律失常	72
第五节 电解质平衡与药物影响	84
第六节 动态心电图	87
第七节 急性冠状动脉供血不足的心电图诊断	89
第八节 诊断冠状动脉供血不足的心电图试验	96
第七章 其他心电图诊断技术	101
第一节 非心脏病的心电图异常	101
第二节 间隔支的解剖与心电图	106
第三节 食管心电图及心内心电图	112
第四节 其他衍生心电图	113
第八章 心肌梗死心电图	116
第九章 房性心律失常心电图	160
第一节 房性节律	160
第二节 房性节律的分类	161
第三节 房性心动过速	165
第四节 紊乱性房性心律失常	170

第五节	肌袖性房性心律失常	171
第十章	室性心动过速心电图	174
第一节	室性心动过速概述	174
第二节	特发性室性心动过速	176
第三节	加速性室性自主心律	181
第四节	并行心律性室性心动过速	182
第五节	束支折返性室性心动过速	184
第六节	儿茶酚胺敏感性室性心动过速	185
第七节	双向性室性心动过速	186
第八节	多形性室性心动过速	188
第九节	尖端扭转型室性心动过速	189
第十节	心室电风暴	192
参考文献		194

# 第一章

## 心脏解剖生理学

### 第一节 心脏的解剖

#### 一、心脏的位置与外形

心脏的大小如本人的拳头。其位于胸腔内左右两肺之间，约 $2/3$ 在胸腔左侧；前面与胸骨体及第3~6肋软骨相邻，后面与第5~8胸椎椎骨相接近，斜置于横膈之上。

心脏由冠状沟分为上方的心房和下方的心室。心脏的右上方称心底部，左下方称心尖。心脏的前表面大部分为右心室和右心房，小部分为左心室和左心房；膈面主要为左心室；心脏的后表面主要为左心房，小部分为右心房；心脏的右缘为右心房；左缘上方一小部分为右心房，下方是左心室（图1-1、图1-2）。

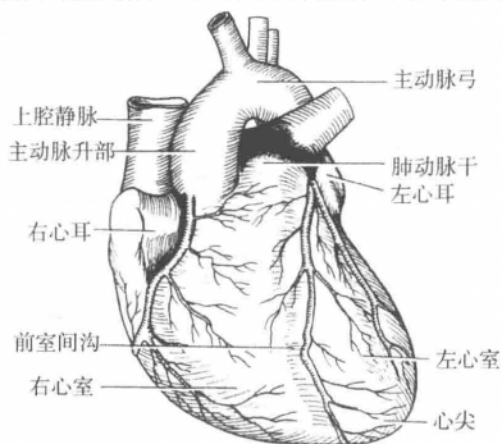


图1-1 心脏的前面观

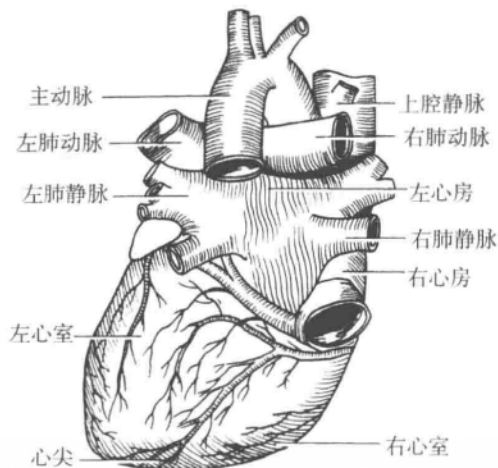


图1-2 心脏的后面观

## 二、心脏的大体结构

### (一) 右心房

右心房上、下连接上、下腔静脉，下腔静脉左侧为右房室口，其间有冠状静脉窦口。由房间隔将左右心房分开。

### (二) 右心室

右房室口周围绕以纤维环，将心房与心室分开。右房室口周径约10cm。三尖瓣分为前瓣、后瓣与隔瓣，各瓣的基底部附于纤维环上，瓣尖向下连于腱索乳头肌，构成一个整体。右心室壁较薄，为5~8mm。右心室向肺动脉方向逐渐平滑呈圆锥形，称肺动脉圆锥或右心室漏斗部。此部下端有一横行肌嵴，称为室上嵴。室上嵴将流入道及流出道分隔开。

### (三) 左心房

主要在后方，与食管前壁紧贴。有4个肺静脉口，每侧2个。肺静脉口无瓣膜。向前下方有左房室口通入左心室。

### (四) 左心室

左房室口周径约9cm，直径3~3.5cm，左房室口周围有纤维环，上附二尖瓣，分别称前瓣（大瓣，前内侧瓣）和后瓣（小瓣，后外侧瓣）。前后瓣在基底部连合在一起，左心室乳头肌通过腱索与二尖瓣相连。左心室壁最厚，为10~15mm。

二尖瓣前瓣是血液的分流界，其左侧称房室口，为左心室的流入道，其右侧为流出道。紧接流出道上方为主动脉瓣，有3个半月形瓣膜，分别称为左瓣、右瓣及后瓣，瓣与主动脉壁之间为主动脉窦（乏氏窦）。

### (五) 室间隔

分隔左、右心室，上面一小部分为纤维组织，称为膜部，其余都是肌肉组织，称为肌部。

### (六) 心壁

心壁由心内膜、心肌层和心外膜（心包）构成。

1. 心内膜 被覆于心腔内表面，为一层光滑的薄膜。心内膜与血管内膜相延续，并构成心瓣膜。心内膜深面有血管、淋巴管、神经和心脏的传导组织。

2. 心肌层 是心壁的主要组成部分。由心肌和心肌附着的纤维支架组成。心肌层纤维支架由结缔组织构成4个纤维环、2个纤维三角和1个膜性室间隔。4个纤维环是左、右房室口纤维环和主动脉口、肺动脉口纤维环。在左、右房室口与主动脉口纤维环之间的三角区称右纤维三角。在左房室口与主动脉口的左侧，为左纤维环三角。

心肌由3种细胞构成，即特殊分化的细胞组成传导系统、普通的心肌细胞和心肌M细胞。普通的心肌细胞呈短柱状，粗10~20 $\mu\text{m}$ ，长40~100 $\mu\text{m}$ 。呈端端连接，在光学显微镜下有横断的浓染条纹，称为闰盘（Intercalate disc）。闰盘处有桥粒，可紧密连接和缝隙连接。缝隙连接是两个心肌细胞的连接处有3mm左右的缝隙，在心肌细胞膜中各有一个线轴形状的管道微粒，它的中间有贯穿两端的直径约2nm的小管；两个相对的管道微粒的管口是密封对合的，两个心肌细胞的细胞质可以通过这个小管互相沟通；分子量在1000以下的物质如水、各种离子、低分子量有机物、cAMP等皆可自由通过，形成了一个电阻很低的部位。这样，心肌细胞之间可以形成局部电流，造成兴奋的传导。M细胞位于心肌的中层，由Moe发现，其电生理特点很像浦肯野细胞和普通心肌细胞的杂交体。心房和心室的心肌分别附着在纤维支架上方和下方，互不相连，故心房和心室可不同时收缩。

3. 心包 有两层，即脏层和壁层。两层间有心包腔，其中有少量液体，约25mL，起润滑作用。

### 三、心脏的传导系统

#### (一) 正常的传导途径

心脏正常传导系统包括窦房结、结间束、房室结、房室束、左束支、右束支和浦氏纤维网(图1-3)。

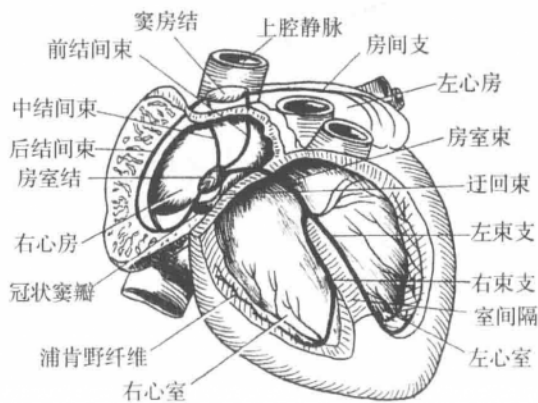


图1-3 心脏的传导系统

1. 窦房结 窦房结是心脏的最高起搏点,它是由 Keith 和 Flack 于 1907 年发现的,又称 Keith 和 Flack 结。它位于上腔静脉与右心房交界处的界沟附近,并沿界沟的长轴排列,埋在心外膜下 1~2mm 处,呈椭圆形,中央切面为底朝心房、尖指上腔静脉的等腰三角形,长约 15mm,宽约 2mm,厚约 2mm。分头、体、尾三部分,前部为头,中间为体,后部为尾。成人窦房结的形状、大小和位置可有变异。因心房壁很薄,仅 3mm 左右,故窦房结紧靠心内膜与心外膜之间。病变累及心内、外膜者,可影响到窦房结的功能。

在电镜下窦房结可见 4 种类型细胞,即:①P 细胞:为具有起搏性能的小圆形细胞,含肌纤维和线粒体很少,而基本无收缩功能,但具有传导性。成群的 P 细胞位于窦房结中央,结周围 P 细胞渐少,它具有自动产生节律性兴奋(冲动)的能力。②过渡细胞:位于 P 细胞外周而终于心房细胞,其结构介于起搏细胞和工作心肌细胞之间,位于窦房结周边,它主要具有传导功能,兴奋性低,且不具收缩功能。③心房工作细胞:即普通心肌纤维。④浦氏细胞:位于窦房结外周,深入心房肌和结间束。正常情况下,由 P 细胞产生激动,后三型细胞向外传递激动而达心房。

窦房结中有大量结缔组织,包括胶原纤维、弹力纤维和网状纤维。随着年龄的增长,弹力纤维不断增加,而胶原纤维仅在 40 岁以前逐年增加。大量的胶原纤维和弹性纤维交织成网状,构成窦房结的支架。这些成分无起搏和传导功能,特殊情况下窦房结区域应包括相邻的心房组织,因在解剖方面属于心房的这些区域都具有窦房结的功能,甚至可能是发挥窦房结功能的最主要区域。

在窦房结内有丰富的自主神经系统的胆碱能和肾上腺素能纤维末梢,神经末梢与其他心肌纤维不直接接触,但在窦房结几乎每个窦房结细胞都分布有神经末梢。与房室结不同,窦房结主要受右迷走神经和右交感神经丛的控制。右迷走神经对窦房结有抑制作用,刺激右交感神经丛可使心率明显加快。自主神经系统的张力变化调节窦房结的起搏频率。窦房结的电活动又可通过其固有的频率反过来影响神经的调节。迷走神经对窦房结的调节作用反映在每次窦性心动周期上,而交感神经对窦房结的调节缓慢,通常在 20s 以后才起作用。窦房结功能障碍既可以是内源性固有窦房结功能障碍,也可以是外源性自主神经功能障碍。

窦房结的血液供应:窦房结动脉位于窦房结中央,多为单支型,相对较粗大,约 60% 起自右冠状动脉近端,约 40% 来自左冠状动脉回旋支近端,很少由双侧冠状动脉供血(有文献报告为 3.2%)。窦房结内动脉分支丰富,血液供应相当于附近心房肌的 15 倍,不易缺血。窦房结的静脉血向上在右心房入口处流入上腔静脉,向下直接流入右心房。其淋巴管位于结组织外侧的心内膜下。

2. 结间束 在组织结构上,结间束由浦氏细胞和普通心肌细胞构成。James 和 Titus 的研究提出,

窦房结和房室结之间有3条传导束。

(1) 前结间束：从窦房结头部发出，向左呈弓状绕过上腔静脉和左心房前壁再分成两支，一支进入左心房称为上房间束，即 Bachmann 束，另一支下行沿房间隔前部，在主动脉根部后方进入房室结顶部。

(2) 中结间束：从窦房结尾部发出，绕过上腔静脉口后下行，沿房间隔右侧入房室结上缘，该束相当于 Wenckebach 束。

(3) 后结间束：从窦房结尾部发出，绕过下腔静脉口，经冠状窦，进入房室结。该束相当于 Thorel 束。

这3条结间束抵达房室结时相互交织，前、中结间束的大部分和后结间束的小部分纤维进入房室结上部，后结间束的大部分和前、中结间束的小部分纤维共同过房室结而止于房室结的下部或希氏束，后者为 James 首先提出，故又称 James 束。

3. 房室结 位于冠状窦口、卵圆窝和三尖瓣隔瓣附着处形成的三角形区域，即在房间隔下部右侧、冠状窦开口与三尖瓣隔瓣之间。房室结呈长椭圆形，稍扁平，长5~7mm，宽2~4mm，厚1~1.5mm。

房室结细胞交织成网状，包埋于致密的结缔组织中，围绕在一条或多条动脉的周围，这些动脉是房室动脉的分支，多起源于右冠状动脉。目前，根据解剖和功能一致的原则，把结间传导束进入房室结部分、房室结和希氏束未分叉部分称为房室交界区 (Atrioventricular junction)。房室交界区是心脏传导系统位于心房与心室相连接部位的特殊心肌结构，位于房室隔内。房室交界区可分为房区 (A 区)、房结区 (A-N 区)、结区 (N 区)、结希区 (N-H 区) 和希区 (H 区) 5 个区。房室交界区的范围基本上与房室隔右侧面的 Koch 三角一致 (图 1-4)。目前，对房结区 (A-N 区) 的研究有了较大的进展。Becker 和 Anderson 将心房肌与真房室结之间的移行细胞区分成 3 个小区，即表浅区、后区和深区。表浅区汇入房室结的前上部分，后区汇入房室结的后下部分，深区将左心房和房室结的深部连接在一起。Enoue 和 Becker 在人类房室结的解剖重建研究中发现，房室结存在着 2 条后延伸，右侧后延伸 (Right posterior extension) 和左侧后延伸 (Left posterior extension) (图 1-5)。分别相当于 Becker 和 Anderson 早期研究的后区和深区。

研究发现，表浅区有较短的传导时间和较小的递减特性，为房室结快径的传入和传出途径。后区 (右侧后延伸) 和深区 (左侧后延伸)，尤其是后区，更明显的递减特性和更长的传导时间，为房室结慢径的解剖学基础。根据以上解剖特点，逆向传导的 P<sup>-</sup> 波形态和 QRS 波群的关系如下：①房室结快径逆传：逆行 P<sup>-</sup> 波与 QRS 波群非常接近。②房室结慢径逆传：逆行 P<sup>-</sup> 波与 QRS 波群距离较远。③分别经房室结快径和慢径逆传：心电图有上述两种表现。④无交界——心房传导：表现交界区产生的 QRS 波群与窦性或房性心律分离。

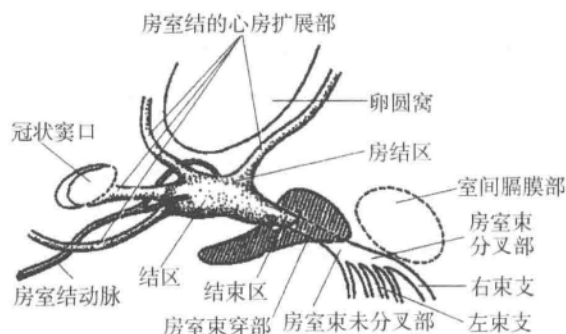


图 1-4 房室交界区的位置和分部

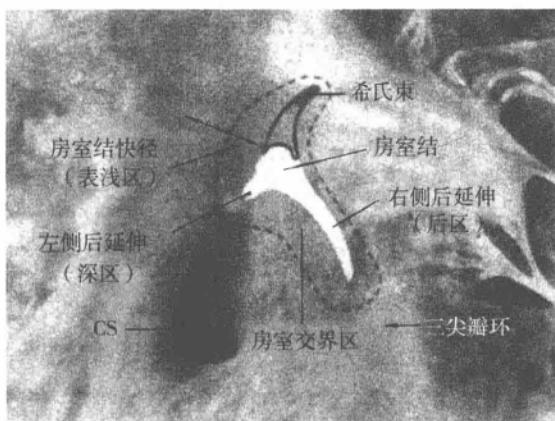


图 1-5 人类房室交界区的可能范围 (虚线内区域)

房室交界区和房室结的功能如下:

(1) 兴奋传导功能: 正常人心房肌和心室肌并不互相直接延续, 它们分别止于心肌纤维环的上方或下方, 心房肌的兴奋不能直接传导到心室肌。因此, 心房肌的兴奋只能由房室交界区传到心室肌, 有时心室肌的兴奋也可传到心房肌, 即房室交界区的传导是双向性。兴奋经房室交界区可以分离成为快慢两条传导径路。兴奋在房室交界区传导速度最慢 (房室传导延搁), 可以使心房肌先兴奋和收缩, 心室肌后兴奋和收缩, 防止发生房室收缩重叠。

(2) 过滤冲动的作用: 由于房室结细胞兴奋的不应期很长, 可以使由心房传来的高频冲动有的落在房室结兴奋的有效不应期内而不能下传心室, 使进入心室的冲动大为减少, 以保证心室肌的正常兴奋和收缩频率, 有利于心脏的泵血功能。

(3) 起搏作用: 房室交界区为潜在起搏点区, 房室交界区的每个部位 (房室结的结区除外) 都有起搏作用。

4. 房室束 该束于 1893 年由 His 首先描述, 故又称希氏束。房室束是房室结的延伸部分, 穿过中心纤维体, 进入室间隔膜部的下缘, 并在其中走行一段距离, 于室间隔肌部上缘开始发出分支, 末端延续为右束支。房室束的长度取决于室间隔膜部的大小, 一般为 10~20mm, 其直径为 2~4mm, 宽约 3mm, 呈圆柱状略扁平。房室束与三尖瓣、主动脉瓣及室间隔部关系密切。上述这些部分损伤易影响房室束。

5. 房室束支 房室束在心室间隔肌部上缘分成左右束支。

(1) 左束支: 由房室束分出后穿过室间隔膜部下缘, 下行于肌性室间隔的左侧心内膜深处, 行约 15mm 后即分散成三组: ①左前分支: 主干长约 35mm, 宽约 3mm, 在心内膜下前行, 经心尖附近的肉柱抵达前乳头肌处。它连续分出无数细支形成内膜下浦肯野纤维。该分支分布的范围主要为室间左侧面的前半部、左心室前壁和侧壁以及前乳头肌。②左后分支: 分支较近, 犹如左束支主干的直接延续。长约 30mm, 宽约 6mm, 在心内膜下走行, 直达后乳头肌区, 其沿途分支形成浦肯野纤维。该支分布的范围主要为室间隔左侧面后半部、左心室后下壁及后乳头肌。③间隔支: 较为细小, 一般认为该支在室间隔的中下部形成纤维网, 部分纤维可经过心底抵达左心室游离壁。

(2) 右束支: 它是由一组细长的纤维组成, 起始于膜性中隔的下缘, 前行在室间隔右侧面的心内膜下, 通过锥状乳头肌后下方, 向下进入节制索内, 至右心室前乳头肌根部散成分支。全长 10~20mm, 直径 1~3mm, 因其细长, 故而较易损伤。

6. 浦肯野纤维 由左右束支分支的末梢部分再反复分支形成的终末细小纤维在心内膜下交织而成, 纤维网在心室间隔的中下部、心尖、乳头肌的基底部分布较丰富, 而在心底部、动脉口周围和心室间隔上部则分布较少, 所以兴奋是由心尖经游离壁向上传导, 心脏收缩顺序是由心尖向心底部进行。

## (二) 异常的传导途径

心脏除上述的传导系统外, 尚有下列 3 种传导纤维, 它们在一定条件下可传导兴奋, 称旁路传导。

当心脏激动沿旁路传导时可表现为心电图异常和（或）快速型心律失常（图 1-6）。旁路传导当前有两种分类：

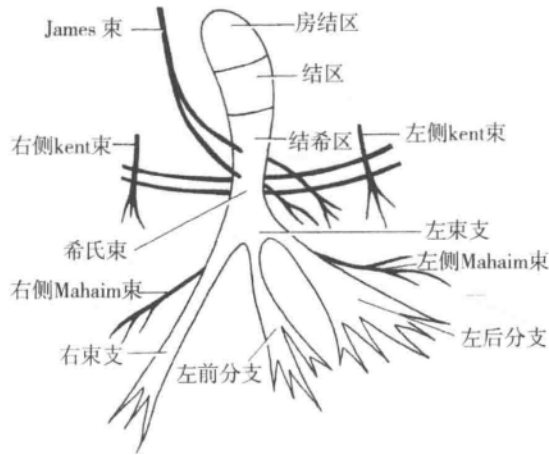


图 1-6 旁路传导束示意图

### 1. 习用的分类法

(1) 肯氏束 (Kent's Bundle): 它是直接连接心房心室的肌肉传导束, 可位于右心房和右心室、左心房和左心室之间, 也可位于心房和心室间隔之间, 故兴奋可经该束提前到达心室的某一部分而使之先期激动, 结果心电图上出现典型的预激综合征图形, 即  $P-R$  间期缩短, QRS 综合波增宽, 有  $\delta$  波, 简称 W-P-W 综合征。

(2) 金氏束 (James Bundle): 它实际上是后结间束纤维的部分延续, 再汇合部分前结间纤维、中结间纤维组成一条旁路, 绕过房室结体后进入房室结下部, 或直接与房室束相连接。因此, 来自窦房结的兴奋不经房室结而直接传入房室结下部房室束, 从而心电图上表现为  $P-R$  间期缩短, QRS 综合波正常, 无  $\delta$  波, 简称短  $P-R$  综合征或 L-G-L 综合征 (Lown-Ganong-Levine Syndrome)。

(3) 马氏纤维 (Mahaim's Fiber): 因 Mahaim 于 1938 年首先报道而得名。它由房室结下部或房室束或左右束支发出纤维, 进入室间隔肌部, 形成传导短路, 故也称结室或束室旁路。心电图上表现为  $P-R$  间期正常, QRS 综合波增宽, 有 (希文)  $\delta$  波。

### 2. 艾氏 (Anderson) 分类法 晚近由 Anderson 和 Davies 提出的解剖法分类如下:

(1) 房室旁路: 即 Kent 束。

(2) 结室旁路: 连接房室结的下部和室间隔的上部, 多由特殊传导组织构成。

(3) 束室旁路: 起自希氏束, 穿过中心纤维体而与心室肌连结, 相当于 Mahaim 纤维, 多由特殊传导组织构成。

(4) 房束旁路: 由心房肌纤维组成, 连接心房下部和希氏束的贯穿部或分叉部。

(5) 结间旁路: 起自窦房结, 经心房达房室结的下部, 它与房束旁路一起, 相当于 James 束。

(6) 房室结异常: 房室结发育不良, 如先天性小房室结、位置异常及缺乏递减传导功能而致快速传导等。

## (三) 关于交界性心律一些错误观点的澄清

1. 上、中、下房室结性心律 目前认为,  $P$  波和 QRS 波群前后的关系, 不仅仅取决于节奏点的位置, 更重要的要考虑激动逆向心房及下行心室的传导速度。

2. 冠状窦性心律 目前趋向认为, 是起源于冠状静脉窦附近的房性节律或房性心动过速, 而非交界性心律或交界性心动过速。

3. 冠状窦结性心律 目前认为, “Lown-Ganong-Levine 综合征” 是预激综合征的变异型或由于房室结传导功能增强所致。

4. 房室结折返性心动过速 (A-V nodal reentrant tachycardia, AVNRT) 此种类型心动过速的折返环并非仅限于房室结或交界区, 交界区的心房肌也参与了折返。

5. 双重性交界性心律 过去认为交界区有两个节奏点共存, 目前认为更可能是心房下部的房性心动过速 (表现为逆行 P<sup>-</sup>波) 伴不同程度房室阻滞合并交界性心动过速。

6. 逆行 P<sup>-</sup>波 不仅是交界区激动逆向传导所致, 更可能为心房下部的激动所致。

#### 附: 房室交界区的自律性强度

正常房室交界区的自律性为 40~60 次/min, 小于 40 次/min 为自律性降低, 大于 60~100 次/min 为自律性轻度增高, 大于 100 次/min 为自律性增高 (表 1-1)。

表 1-1 心脏起搏点自律性强度

起搏点自律性	心律失常	频率 (次/min)
丧失	交界性停搏	
降低	过缓的交界性逸搏或过缓的交界性逸搏心律	< 40
“正常”	交界性逸搏或逸搏心律	40~60
轻度增高	加速的交界性逸搏或加速的交界性逸搏心律	60~100
中度增高	交界性过早搏动或交界性心动过速	100~250

### (四) 心脏激动传导

窦房结产生的激动, 通过结间束、房间束抵达心房和房室交界区。激动在结区内的传导速度骤然减慢, 随后沿房室束, 左、右束支、浦肯野纤维迅速下传, 几乎同时到达两侧心室的心内膜, 再由心内膜传导至心外膜 (图 1-7)。



图 1-7 心脏激动正常传导顺序

激动在心脏各部分传导速度不同, 浦肯野纤维及房室束, 左、右束支为 2 000~4 000mm/s, 心室肌为 400mm/s, 房室结为 600mm/s。激动经过房室交界区时大约需要 0.05s。

### 四、心脏的神经支配

心脏受交感及迷走神经的直接支配。前者来自颈部上、中、下 3 个交感神经节, 和第 1~5 胸部交感神经节; 后者来自胸部迷走神经的分支和上、下颈部神经干的 3 个分支。交感与迷走神经的分支相互交错, 在主动脉弓的前后形成深部和浅部 2 个神经丛。由神经丛再分出许多细小分支, 在心脏表面形成新的神经丛, 由此神经丛再次分出许多分支, 分布至心脏传导系统及冠状血管。交感神经分布的区域较迷走神经为广, 除传导系统各部分外, 尚可到达心室肌肉组织。而迷走神经只抵达窦房结、房室结、房室束及其束支。浦氏纤维网及心室肌内并不含有迷走神经。有人提出, 除上述交感神经和迷走神经外, 尚有一特殊的神经称为加强神经, 是由迷走神经颈下神经节分出的。此神经与心脏的神经营养调节及心脏收缩力强弱有关。

一般而言，交感神经为心脏的促进神经，迷走神经为心脏的抑制神经。交感神经兴奋，表现为心搏加快、加强，收缩持续时间短，传导速度加快，兴奋性增加，不应期缩短及冠状动脉扩张。与此相反，迷走神经兴奋表现为心搏减弱、减慢，收缩的持续时间延长，传导速度减慢，兴奋性降低，不应期延长及冠状动脉收缩。由于左、右两侧交感及迷走神经支配的部位不同，因而对心脏的影响亦有所不同。右侧交感神经主要支配心房及心室，受刺激后可使房率及室率加快，甚至可诱发心房颤动。左侧交感神经主要支配房室结，受刺激后可增强房室间的传导性，并可因增强房室交界区的自律性而发生交界区心律。右侧迷走神经分布在窦房结及心房肌，左侧迷走神经分布在房室结。因此，当前者接受刺激后表现为心率减慢，而后者表现为心搏减弱或心搏停止。

尽管交感神经和迷走神经在机能上相互对立，但在大脑皮质的调节作用下，整个自主神经是一个整体而相互制约，保持平衡。此外，心脏机械活动，除受自主神经的调节外，并经常接受来自血管（主动脉弓、颈动脉窦等）压力感受器、化学感受器（血液中氧、二氧化碳张力、电解质、pH值等的变动）及内脏、皮肤、肌肉等反射机制的调节。垂体后叶素、组织胺等体液的变动，又为影响心脏机能活动的另一因素。这一切又经常要受大脑皮质的控制。

## 五、心脏的血液供给

### （一）室壁的血供

心脏由左右冠状动脉供给血液。左冠状动脉起自左侧后主动脉窦，有两个主要分支即左前降支和左回旋支。前者往往绕过心尖，走向左心室后面而进入心肌内；后者沿房室沟绕过心脏的左缘至左心室后面，与右冠状动脉相吻合。左前降支及左前回旋支在走行中分出许多分支进入左心房、左心室的大部及右心室前壁的一小部分。右冠状动脉起自前主动脉窦，走行于右侧房室沟内，环行至心脏后面，分出后降支到达心尖附近。右冠状动脉在走行中分出许多分支供应右心房、右心室及左心室后上部的一小部分（图1-8）。

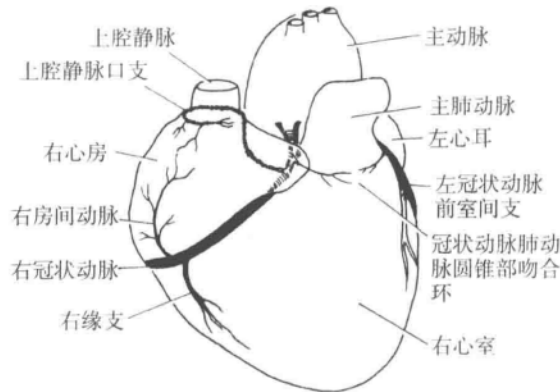


图1-8 心脏的血液供给示意图

室间隔的血液供给：其前部来自左冠状动脉的分支，后部来自右冠状动脉，中部常同时接受左、右两侧冠状动脉的血供。

冠状动脉的层支，愈在心肌深处，其间的交通支愈少。因此，当冠状动脉发生闭塞时，其深层损伤较浅层更为严重。冠状动脉的分布与走行，大体如上述，但个体之间差异较大，可分别以左或右冠状动脉占优势。

冠状动脉的血液循环，在心室舒张期及心室等张收缩期达最高点。当心室舒张时，由于主动脉瓣关闭，心肌松弛，冠状动脉血流迟缓，使冠状动脉内血流量增加。反之，在心室收缩期，主动脉瓣开放，心肌紧张，冠状动脉血管受压，使冠状动脉内血流量明显减少。因此，任何原因所致的舒张压降低，对冠状动脉循环血量的影响将更为直接而且重要。

心脏的静脉大部分汇集在冠状静脉窦而进入右心房。冠状窦位于心包斜窦下缘的房室沟内。

## (二) 传导系统的血液供给

1. 窦房结 由窦房结动脉供血，该动脉约60%起自右冠状动脉的起始部，约40%来自左回旋支的近端。窦房结动脉的起始部分出一小支至左心房，并承担部分右心房的血供。窦房结动脉围绕上腔静脉吻合成环，且有分支与心房动脉有较多的吻合，所以动脉硬化虽可影响窦房结功能，但因有多数吻合，故常可恢复。

2. 结间束 主要由窦房结动脉供血。位于房间隔后缘和下腔瓣部分的结间束，系由房室结动脉、右心房动脉或左心房后动脉供血。

3. 房室交界区 由三支动脉的供血：①房室结动脉：90%来源于右冠状动脉，10%来自左冠状动脉回旋支。②左心房后动脉：主要供结间束的终末部。③房间隔前动脉：起于右冠状动脉或左冠状动脉回旋支，由房间隔前缘进入，向后至房室交界区。以上3支动脉有分支相互吻合，形成丰富的侧支循环，可保证房室结及其邻近区域有充足的血供。

4. 房室束和束支 房室束由房室结动脉和（或）左前降支的第1前穿隔支供血，大多数有双重血供，并有丰富的侧支循环。右束支和左前分支的上2/3部分是由前降支动脉供血，左后分支和左前分支的下1/3由后降支动脉供血，但前后降支可在室间隔处彼此吻合。

(翟向红)

## 第二节 心脏传导组织的胚胎发育

在胚胎早期约3.5天到第3周即已形成原直心管。原直心管包括五部分：总干、球部、心室、心房和静脉窦。每两个相邻部分稍有缩窄形成环状，分别称窦房（S-A）环、房室（A-V）环、球室（B-V）环、和球干（B-T）环。根据人胚心脏早期研究证实，窦房结与心房、心房与心室、心室与心球、心球与总干的交界处，这种组织环具有自律性和传导特性（图1-9、10、11）。

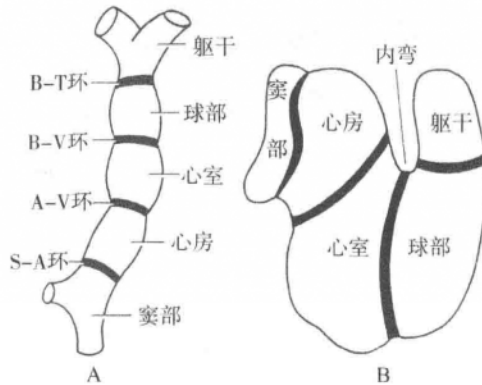


图1-9 心管扭曲的过程

- 心管尚处于纵直状态时，心脏各个节段之间有特殊的组织存在；
- 随着心管扭曲的过程，这些环在心脏的内弯部分彼此接近

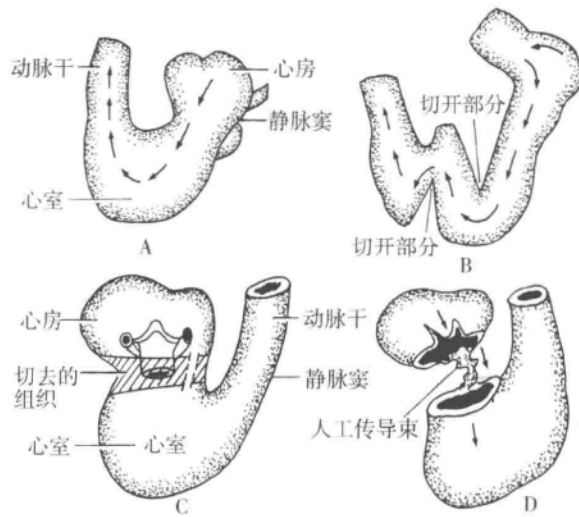


图 1-10 心脏各部分冲动传导

A. 冲动的正常传导方向；B. 切开心脏后心室中冲动的正常传导方向；C. 在心房和心室之作环形切开，留下一根“人工传导束”；D. 冲动从心房→人工传导束→心室

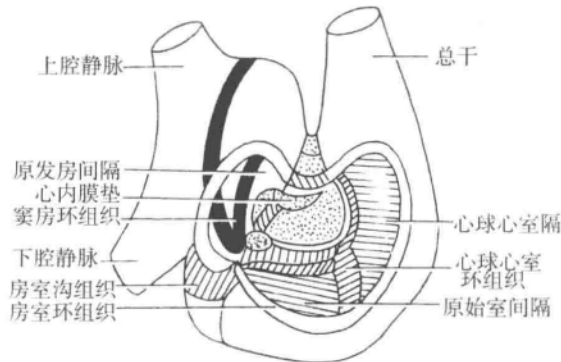


图 1-11 胚胎 6~7 周时传导组织的分布

在胚胎 6~7 周房室管分离之前，房室之间心内膜垫也即将融合，但在心球中间尚未形成分隔，上腔静脉与心房交界处的瓣膜变厚，但尚未出现与窦房结相类似结构

## 一、窦房结的胚胎发育

窦房结是来自 S-A 环区域的上腔静脉和静脉窦交界处增厚的组织。随着胚胎房间隔的发育，静脉瓣逐步退化；到胚胎第 8 周，在上腔静脉和心耳交界处的窦房环细胞聚集在一个正在发育的动脉周围；于胚胎发育的第 10 周，在上腔静脉与心耳交界处的前、侧方形成窦房结。胚胎早期窦房结由一些排列紧密的细胞群构成，这些细胞的体积较小，通过测定发现在这些细胞中胆碱酶的活性很高，也能看到在窦房结中有支持窦房结细胞的纤维性基质存在。

## 二、结间传导途径

James 研究认为，在窦房结和房室结之间有特殊的传导通路，即有结间束存在，并指出这些通路是从静脉窦组织衍生而来的。在 3 条结间通路中都有“浦肯野样细胞”存在，其中 2 条通过卵圆窝的前缘，因此不能认为这些通路完全是起源于静脉窦组织。目前已明确，只有后结间通路是起源于静脉窦组织。在组织学上，心房许多部位的细胞为特异细胞。电生理记录表现，这些特异细胞在机能上不同于心房肌细胞，特别是它们显示某种程度的舒张期除极化。然而，这些特异细胞是否构成独立的传导途径，

专门把窦房结与房室结联系起来，对此现在还有不同意见（图1-12）。

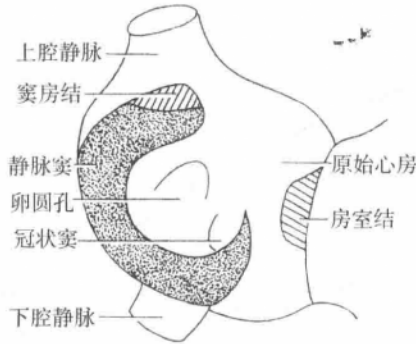


图1-12 右心房及窦房结发育

静脉窦在后方、在卵圆孔前面的房间隔、均来自于原始心房，窦房结起始于上腔静脉和静脉窦交界处的增厚部。

### 三、房室结的胚胎发育

房室结并非单一来源，在胚胎第5~6周时，已发现与房室结和希氏束相似的特殊组织，并认为可能系原位发生，又有多种来源。有的学者认为，房室结深部成分是由房室环后部组织的内陷部分形成的，这种特殊组织的周围有房室沟组织围绕，位于室间隔后部的嵴之上。房室结深部成分是由房室沟组织将其与室间隔分隔开，而且房室沟组织在心内膜垫之下方通到心球心室孔，并与房室束的原基相接触，此房室束的原基来自于心球心室环组织。在胚胎发育早期阶段之后，房室结深部成分与浅部心性特殊组织在后方互相接触，融合在一起，但与胚胎发育完成后的房室结形态不同。胚胎发育第10周左右发育定形的房室结已能辨认出来，但此时尚有大量肌桥跨越正在发育的间隔纤维环。这些肌桥纤维消失的过程很缓慢，于胚胎发育的中期还经常有肌性连接的存在。

### 四、希氏束的发育

原始胚胎中，心室和心房相互连接，在发育过程中心内膜和心外膜的结缔组织在房室交界处楔入，并将心房和心室分隔开来，形成房室环，但仍有一束肌纤维的连续束留存下来。该条连续束起自右心室背部，越过纤维组织到达室间隔肌肉部分的顶部，很可能就是原始的His束（图1-13）。在胚胎6周的心脏中，可见到束支沿着室间隔两侧下行，最终形成分支，进入小梁凹；18周时左束支已形成扇形结构，而右束支仍如条索。

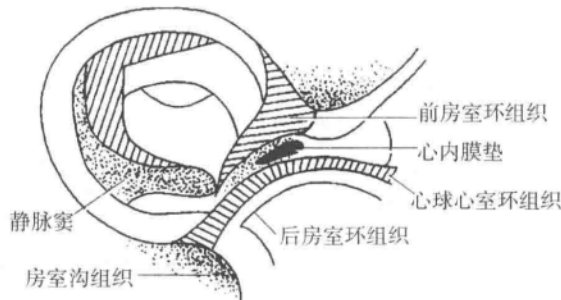


图1-13 静脉窦、房室环及心球心室环的相互关系

房室环后部组织内陷部分，演化为胚胎发育完成后的房室结深部组织，周围有房室沟围绕，位于室间隔后部的嵴之上。

### 五、束支的发育

胚胎发育第6周左右，束支从心球心室孔沿室间隔两侧而下，并分支到心室肌小梁构成的囊中；室