



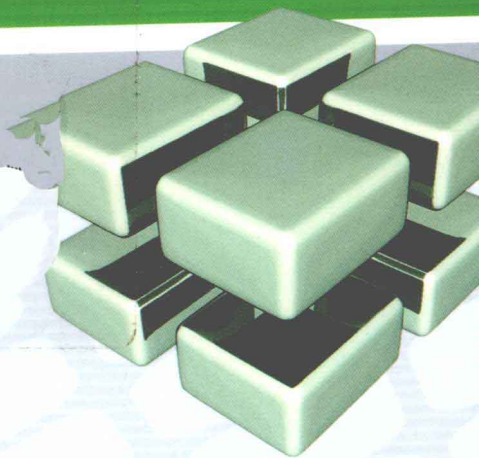
基于现代信号处理技术的 心音与心电信号 分析方法

JIYU XIANDAI XINHAO CHULI JISHU DE XINYIN YU XINDIAN
XINHAO FENXI FANGFA

陈天华 © 著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



基于现代信号处理技术的心音与心电信号分析方法

陈天华 著



机械工业出版社

本书以现代信号处理理论和心音信号采集系统的实例设计为基础,对微弱生物信号采集系统的设计原理、设计方法信号采集与滤波、分析与处理、特征参数计算、时频分析以及基于神经网络的心音信号识别方法进行了研究和探讨。内容包括心音信号的产生及其成分、心音的研究意义与价值,心音检测系统设计方法、设计要求和综合调试方法,心音信号的数字滤波方法,基于参数模型法的心音信号分析,典型时频分布在心音分析中的应用;提出了基于不同特征参数的心音信号神经网络识别与分类方法,同时,采用自组织特征映射神经网络(SOM网络)和SVM网络对200多例心音信号进行了识别与分类。

本书是一本系统介绍心音采集、分析、处理与识别的专著。本书可作为信息工程、电子科学与技术、生物医学工程、自动化检测等相关专业高年级学生和研究生参考用书,也可从事信号处理、信息工程、生物医学工程等相关领域的专家、学者和研究人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

基于现代信号处理技术的心音与心电信号分析方法/陈天华著. —北京:机械工业出版社, 2011. 12

ISBN 978-7-111-36509-9

I. ①基… II. ①陈… III. ①心音图—信号分析②心电图—信号分析 IV. ①R540.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第238542号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:牛新国 版式设计:霍永明

责任校对:张媛 封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm·13.75印张·272千字

0 001—2 500册

标准书号:ISBN 978-7-111-36509-9

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着计算机和微电子技术的发展,现代数字信号处理技术已广泛应用于数字滤波、信号变换、谱分析、语音信号处理、图像处理之中,也广泛应用于振动信号处理、地球物理信号处理、雷达信号处理和生物医学工程等众多领域,并处于快速发展之中。信号处理在生物医学工程方面主要应用于生物医学基础理论研究和人体健康与疾病的诊断、检查与监护等,并已在细胞学、脑神经医学、遗传学、心血管学等方面的基础研究中得到应用,其中在心血管学方面的应用主要是采用现代信号处理技术研究心音心电信号与心血管健康之间的关系。

随着生活水平的不断提高,现在心血管疾病的发病率和死亡率逐年升高。统计资料表明,在我国因心血管疾病死亡者占总死亡人数的44%。美国自20世纪70年代以来,每年有数千万计的人群患有不同形式的心血管疾病,死于心脏病者近100万人。可见,心脏病已成为危害人类健康的多发病和常见病。因此,心脏系统疾病的防治和诊断成为医学界面临的重要问题之一。

心音是心脏及心血管系统机械运动和综合状况的反映,其中包含着心脏各个部分及相互之间作用的生理和病理信息。心音信号的识别与分类对心血管系统疾病的诊断具有重要的意义,其准确性和可靠性直接关系到诊断与治疗的效果。早期的心音识别与分类是医生根据听诊结果来完成的,显然这一过程具有一定的主观性且可靠性不高。随着信号处理与分析技术的不断发展,对心音的研究也开始由定性转到定量分析阶段。国内外许多生物医学工程研究人员将信号处理理论、模式识别理论以及神经网络方法用于心音的识别与分类,期望实现心音的自动解释和无创诊断。此外,心音的识别与分类还有助于对心音产生机制的理解。

本书以现代信号处理理论为基础,对微弱心音信号采集系统的设计、信号采集、放大、滤波、分析处理、特征参数计算、时频分析以及基于神经网络的心音信号识别与分类进行了研究与探讨,并进行了实验,为实现心血管疾病的无创诊断奠定了基础。

本书共分7章。第1章为心音信号的研究及意义,主要介绍了心音信号及其意义、心音的产生及其成分、心音杂音与心音分裂、冠心病的产生机理及其危害、冠心病常用诊断方法、心音信号的临床诊断价值、国内外研究现状、心

音信号分析方法以及心音分析的发展趋势。第2章为心音检测系统的设计,根据生物医学信号的特点,分析了生物医学传感器的原理和特点,在此基础上,根据心音信号和心电信号的具体要求,详细分析了心音采集系统的设计要求,设计了基于DSP的心音信号采集系统,并在国内多个大型医院完成了200多例心音信号采集。第3章为心音检测系统软件设计,主要介绍了心音检测系统的主要功能及各功能模块的划分及其实现方法。第4章为心音信号数字滤波,主要分析了生物医学信号噪声的产生来源、心音与心电信号噪声的特点,研究了心音信号与心电信号的数字滤波方法,并对所采集的全部心音信号进行了数字滤波,达到了理想的滤波效果。第5章为心音信号特征值计算,主要介绍了基于参数模型法的心音信号分析方法,重点介绍了与心音分析相关的AR模型和ARMA模型的基本理论和特征以及数值计算方法,为后续心音识别提供基础。第6章为心音信号的时频分析,主要介绍了非平稳信号的特点和分析方法,对可用于心音分析的几种常用的时频分析方法进行了研究和讨论,并采用这些方法对心音进行了分析计算。第7章为心音信号的识别与分类,对神经网络用于心音识别进行了研究,并以一定数量的不同心音信号和心电信号为样本,采用BP网络对心音信号和心电信号进行了识别和分类;同时,还根据心音识别分类的特点,采用自组织特征映射神经网络(SOM网络)结合SVM网络对采集的全部已确诊的200多例心音信号进行了识别分类,获得了较高的准确率。

本书是一本系统介绍心音信号采集、处理、识别与分类的专著,内容涉及心音信号采集系统的设计、信号的硬件消噪、数字滤波、信号特征参数计算、心音信号的时频分析以及基于人工神经网络的识别与分类方法,本书的出版将为从事心音研究的信号处理领域和生物医学工程领域专家、学者和研究人员提供借鉴和参考。

本书是作者多年科研工作的结晶,非常感谢学校和学院领导的大力支持,感谢课题组及其相关成员以及其他老师的帮助和鼓励。此外,本书的出版得到了北京市教委科技创新平台——信号检测与智能信息处理研究平台(编号201151)的资助,在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者批评和指正。

作者

2011年8月

目 录

前言

第 1 章 心音信号的研究及意义	1
1.1 心音信号及其意义	1
1.1.1 心音的产生及其成分	1
1.1.2 心音杂音及其意义	2
1.2 冠心病的产生机理及危害	3
1.2.1 冠心病的产生机理	3
1.2.2 冠心病的危害性	7
1.3 冠心病的常用诊断方法	8
1.3.1 无创诊断	8
1.3.2 有创诊断	11
1.4 心音信号的诊断意义	11
1.4.1 心音的意义	11
1.4.2 心音的临床价值	12
1.4.3 国内外研究概述	14
1.5 心音信号分析方法	15
1.5.1 短时傅里叶变换	16
1.5.2 小波变换	17
1.5.3 其他时频分析方法	18
1.6 心音无创诊断的研究内容和方法	18
1.6.1 研究内容	19
1.6.2 研究方法	19
1.7 心音分析的发展趋势	20
1.7.1 信号采集数字化	20
1.7.2 信号分析自动化和智能化	21
1.7.3 心音信号处理的研究进展	21
第 2 章 心音检测系统的设计	24
2.1 生物医学传感器	24
2.1.1 生物传感器的原理	24
2.1.2 生物医学传感器的分类	26
2.1.3 几种常用的医学换能器	27
2.2 总体电路要求分析	30
2.2.1 生物医学信号采集系统的要求	30

2.2.2 心音信号总体电路	33
2.3 心音传感器	34
2.3.1 心音传感器的类型	34
2.3.2 XH-6 型心音传感器	35
2.4 预处理电路模块	36
2.4.1 放大电路	36
2.4.2 滤波电路	39
2.5 A-D 转换器	41
2.5.1 A-D 转换性能指标	41
2.5.2 AD7866 芯片	42
2.5.3 A-D 连接电路	44
2.6 DSP 小系统设计	46
2.6.1 芯片选择	46
2.6.2 TMS320VC5416 芯片	48
2.6.3 时钟电路设计	49
2.6.4 系统电源设计	49
2.6.5 DSP 系统硬件复位电路	52
2.7 DSP 扩展存储器	54
2.7.1 C5416 及存储器	54
2.7.2 C5416 外部 FLASH 扩展	55
2.7.3 C5416 外部 SRAM 扩展	56
2.7.4 CPLD	56
2.8 串口通信	57
2.9 JTAG 接口	60
2.10 系统 PCB 设计	61
2.10.1 PCB 设计基础	61
2.10.2 设计准备	63
2.10.3 PCB 的设计步骤	64
2.10.4 心音检测系统的整体结构图	70
第 3 章 检测系统软件设计	74
3.1 心音检测系统软件	74
3.1.1 心音软件功能模块	74
3.1.2 软件主程序流程	76
3.1.3 软件抗干扰技术	77
3.2 初始化模块设计	77
3.3 串行通信模块设计	78
3.3.1 DSP 的 McBSP 串行通信介绍	78
3.3.2 McBSP 控制寄存器	82

3.3.3 DSP 与采样模块串行通信子程序设计	83
3.3.4 DSP 与上位机通信子程序设计	83
3.4 链接器命令文件设计	84
3.4.1 链接器文件的功能	85
3.4.2 链接器文件的配置	85
3.5 系统固化程序设计	86
3.5.1 系统固化程序介绍	86
3.5.2 固化程序的实现	87
3.5.3 程序并行自举实现	87
第4章 心音信号数字滤波	90
4.1 生物医学信号中的噪声	90
4.2 FIR 滤波器	91
4.2.1 心电信号滤波	92
4.2.2 梳状滤波器	93
4.2.3 基线漂移的抑制	94
4.2.4 滤波效果	96
4.3 小波消噪方法	99
4.3.1 小波分析的特点	100
4.3.2 小波变换	100
4.3.3 多分辨分析	101
4.4 心音小波消噪实验	102
4.4.1 不同小波基去噪对比	102
4.4.2 小波分解层数	103
4.4.3 心音小波消噪算法	106
4.5 心音信号定位分段	108
第5章 心音信号特征值计算	110
5.1 参数模型法	110
5.1.1 参数模型法概述	110
5.1.2 参数模型的类型	112
5.2 AR 模型及谱估计性质	113
5.2.1 AR 模型的正则方程	113
5.2.2 AR 模型谱估计的性质	115
5.3 ARMA 模型及功率谱估计	117
5.3.1 ARMA 模型基本原理	117
5.3.2 ARMA 模型求解	119
5.4 特征参数计算	120
5.5 特征向量	126
第6章 心音信号时频分析	127

6.1 时频分析概述	127
6.1.1 非平稳随机信号	127
6.1.2 时频分析的产生	128
6.1.3 瞬时频率和群延迟	129
6.1.4 信号的分辨率	130
6.2 心音短时傅里叶变换	131
6.2.1 短时傅里叶变换的提出	132
6.2.2 短时傅里叶变换原理	132
6.2.3 短时傅里叶变换重构	133
6.2.4 STFT 实验结果	134
6.2.5 STFT 心音分类总结	136
6.3 心音时频分布	137
6.3.1 Wigner-Ville 分布简介	137
6.3.2 Cohen 类时频分布	138
6.3.3 Wigner-Ville 分布的定义	138
6.3.4 Wigner-Ville 分布的性质	138
6.3.5 模糊函数	139
6.3.6 交叉项分析	139
6.4 心音 Choi-Williams 分布	140
6.4.1 Choi-Williams 分布简介	140
6.4.2 窗函数的影响	141
6.4.3 Choi-Williams 心音分析	142
6.5 Hilbert 变换	153
6.5.1 Hilbert 变换的定义	153
6.5.2 解析信号	153
6.5.3 Hilbert 变换的性质	153
6.5.4 心音 Hilbert 变换	156
6.6 心电信号 Wigner-Ville 分布	156
6.6.1 ECG 信号分析	156
6.6.2 Wigner-Ville 分布	161
第7章 心音信号的识别与分类	165
7.1 人工神经网络	165
7.1.1 人工神经网络的特点	165
7.1.2 人工神经网络的应用与功能	167
7.2 基于 BP 网络的心音识别	170
7.2.1 心音识别中的 BP 网络	171
7.2.2 学习算法	173
7.2.3 特征参数计算	177

7.2.4 BP 网络心音计算	179
7.2.5 有关结论	184
7.2.6 多层感知器的特点	184
7.2.7 BP 网络的局限性	185
7.3 基于神经网络的 ECG 信号识别	190
7.3.1 特征参数计算	190
7.3.2 神经网络模型	191
7.3.3 实验结果	191
7.4 基于 SOM 网络的心音信号聚类	193
7.4.1 SOM 网络原理及算法	194
7.4.2 SOM 网络设计	194
7.4.3 SOM 网络的实现与实验结果	196
7.5 基于 SVM 网络的心音分类	198
7.5.1 统计学习理论	198
7.5.2 SVM 网络原理	198
7.5.3 SVM 网络设计	201
7.6 SVM 心音分类结果	202
参考文献	206

第1章 心音信号的研究及意义

由于现代社会生活水平的提高和不断改善，人们食入的肉、鱼、蛋等高蛋白类食品不断增加，人类从膳食中摄入的动物脂肪及胆固醇过多过量，以及由于睡眠不足、吸烟、过量饮酒等不良生活习惯，加之现代社会的竞争性和快节奏，增加了人们的紧张感、劳累感和精神压力，心血管疾病的发病率和死亡率已越来越高。统计资料表明，欧美国家 40 岁以上人群中 40% 左右患有与心脏相关的各种疾病。可见，心脏病已成为危害人类健康的常见病和多发病。

心音是心脏及心血管系统机械运动状况的反映，其中包含着心脏各个部分本身及相互之间作用的生理和病理信息。心音信号研究是指采用微电子技术、检测技术、现代数字信号处理技术和生物医学工程技术，研究和揭示心音与心脏病之间的关系。当心脏或者心血管疾病尚未发展到 ECG 异常、痛感等症状之前，心音中出现的杂音和畸变是进行早期诊断的可靠信息。心音诊断具有无创、快速、方便、经济等特点，可以进行广泛的普查和预防诊断，还可以利用心音观察心脏的动态变化过程。

1.1 心音信号及其意义

心音是人体的一种重要的生理信号，它含有大量关于心脏病理状况的相关信息，反映了心脏及心血管结构及其生理和病理信息。心音信号的分析对心血管系统疾病的诊断具有重要意义，其准确性和可靠性将直接影响心脏病患者的临床诊断与愈后效果评价。传统的心音识别是临床医生根据听诊结果来完成的，显然这一过程具有一定的主观性和不稳定性，准确性较差。心脏病已成为危害人类健康的多发病和常见病，因此，以冠心病为代表的心血管系统疾病的防治和诊断，特别是基于现代信息技术的无创诊断技术的研究已经成为医学界研究的重要课题之一。

1.1.1 心音的产生及其成分

生物医学信号 (biomedical signal) 产生于各种各样的有生命的生物体，特别是人体生物医学信号。包括人体在内的生物体是一个开放的 (open)、时变的 (time-variant)、非线性的 (non-linear)，但又是一个具有确定性统计特性 (deterministic) 的系统，因此，生物医学信号也是时变的、非线性的统计特性是确定性的。比如，人的身高、体重、心率、血压等生理参数，也都是时变的。无论是以年

岁为单位的大时程范围,还是以小时为单位的 24h 范围,或者以秒 (s) 为单位的小时程度量范围,体重、心率、血压每时每刻都是不同的,称为心率或血压的变异性 (variability)。

人与自然界中的其他生物一样,体内的各器官都在按照特定的规律进行物理运动,运动时的振动会产生相应的声音信息,不同的声音信息携带了各相关器官不同的生理和病理特征。

心音是在心动周期中,由于心肌收缩和舒张、瓣膜启闭、血流冲击心室壁和大动脉等因素引起的机械振动,通过周围组织传到胸壁而产生的微弱振动信号。将耳紧贴胸壁或将传感器、听诊器放在胸膛的

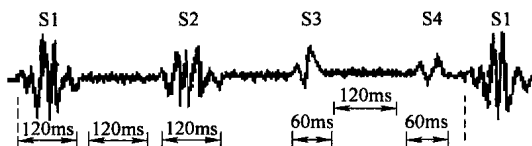


图 1.1 心音各成分及持续时间波形图

相关部位,可监听或检测到心音信号。正常心音很容易监听到第一和第二心音^[2],在某些情况下可监测到第三或第四心音。心音各成分及持续时间如图 1.1 所示。

1. 第一心音

第一心音又称为 S1,它产生的原因包括心室肌的收缩,房室瓣突然关闭以及随后射血入主动脉等引起的振动。S1 发生在心脏收缩期的开始,音调低沉,持续时间较长 (约 0.15s 左右),即相当于心电图上 QRS 波开始后 0.02 ~ 0.04s,占时 0.08 ~ 0.15s。

2. 第二心音

第二心音又称为 S2,它产生的原因是半月瓣关闭,瓣膜互相撞击以及大动脉中血液减速和室内压迅速下降引起的振动。S2 发生于心脏舒张期的开始,频率较高,持续时间较短 (约 0.08s),相当于心电图上 T 波的终末部。

3. 第三心音

第三心音又称为 S3,它发生在第二心音后 0.1 ~ 0.2s,相当于心电图上 T 波后距第二心音 0.12 ~ 0.20s,占时 0.05s 左右,频率与振幅低。S3 的产生与血液快速流入心室使心室和瓣膜发生振动有关,通常仅儿童能够被听到,因为儿童的第三心音较易传导到体表。

4. 第四心音

第四心音又称为 S4,是由于心房收缩时血流急速进入心室,振动心室壁而引起的,相当于心电图上 P 波后 0.15 ~ 0.18s,振幅低。

1.1.2 心音杂音及其意义

心音杂音对正常心音形成了一定的干扰,但心音杂音的出现对心音信号分析具有实际应用价值和临床意义。根据杂音出现的时间与第一、二心音的关系,可分为

早、中、晚期杂音。杂音的强度一般可视其振幅与 S1 比较进行分类,若幅值大于 S1 为高振幅杂音,小于 S1 的 1/3 则为低振幅杂音;介于两者之间者为中振幅杂音;如仅有轻微振动则为极低振幅杂音。

心音信号属于强噪声背景下的人体微弱生物信号,由于心音信号是由复杂的生命体发出的不稳定的自然信号,容易受到人体诸多因素的影响。心音的改变(包括心音强度的改变和心音性质的改变)和杂音的出现往往是心脏产生器质性病变的早期症状,心脏内部的物理结构发生变化将直接影响和改变心音信号,因此,心音分析是了解心脏和大血管状态的一种重要手段。

1.2 冠心病的产生机理及危害

近二十年来,冠心病的发病率和死亡率在世界范围内一直呈上升趋势,已经成为威胁人类健康的杀手之一。据统计,我国目前已有冠心病病人约 5000 万人。冠状动脉性心脏病(coronary artery heart disease)简称冠心病,是一种最常见的心脏病,是指因冠状动脉狭窄、供血不足而引起的心肌机能障碍和器质性病变,故又称为缺血性心肌病(IHD)。冠状动脉性心脏病是多种冠状动脉病的结果,但冠状动脉粥样硬化占冠状动脉性心脏病的绝大多数(95%~99%)。因此,习惯上把冠状动脉性心脏病视为冠状动脉粥样硬化性心脏病(coronary atherosclerotic heart disease)的同义词。

1.2.1 冠心病的产生机理

冠心病是由于冠状动脉循环改变引起冠状动脉血流和心肌需求之间不平衡而致心肌缺血、缺氧的冠状动脉病变,是心肌供血绝对或相对减少所引起的一组临床综合征。冠心病多数是由于动脉器质性狭窄或阻塞引起的,又称冠状动脉粥样硬化性心脏病。能引起冠状动脉血流减少的疾病均可能是冠状动脉综合征的病因。冠状动脉狭窄是影响冠状动脉血流的最主要原因,其次为冠状动脉痉挛。冠状动脉狭窄多系脂肪物质沿血管内壁堆积所致,这一过程称为动脉硬化。动脉硬化发展到一定程度后,冠状动脉狭窄会逐渐加重,限制流入心肌的血流,心脏会因为得不到足够的氧气供给,发生胸部不适,即心绞痛。

正常动脉血管壁一般分为内膜、中层和外膜三层。内膜是一层光滑的扁平上皮细胞,非常纤薄而光滑,可保证血液在动脉中的流动畅通无阻;中层由平滑肌组成,具有收缩和舒张功能;外膜比较疏松,是一层保护组织。正常的动脉管壁非常柔软而富有弹性,能随心脏有节奏地舒张和收缩。动脉因各种原因失去弹性而变硬,就是医学上所指的动脉硬化。

诸如脂肪浸润学说、血栓形成和血小板聚集学说、损伤反应学说和克隆学说

等,但多数学者认为,动脉粥样硬化为动脉壁的细胞、细胞外基质、血液成分、局部血液动力学、环境和遗传诸因素间一系列复杂作用的结果,因而不可能有单一的病因。病变早期,血液中的胆固醇及其他脂质和复合糖类在动脉内膜中沉淀下来,继而引起内膜纤维组织增生,内膜逐渐隆起、增厚,形成肉眼能够看到的灰黄色斑块,随后斑块不断扩大,中心部分因营养不足而发生软化、崩溃,可见黄色“粥样”物质,接着动脉的中层也有脂质沉淀下来,而且中层的弹性纤维和平滑肌纤维断裂,血管内膜逐渐发生纤维组织增生,并有钙质沉淀,结果使动脉管壁变脆、变硬,管腔变窄,这种病变称为动脉粥样硬化,如图 1.2a 所示。粥样斑块多分布在血管分支的开口处,且常偏于血管的一侧,呈新月形。粥样斑块慢慢增多使管腔更为狭窄甚至闭塞,冠状动脉狭窄变化趋势如图 1.2b 所示。当冠状动脉粥样硬化发展到一定程度时,将影响心肌的供血,逐渐发展成为冠心病。

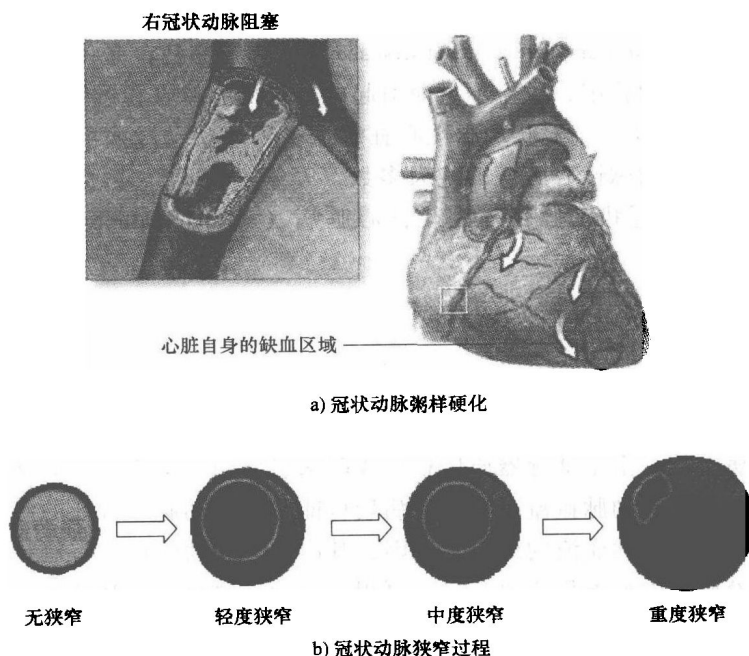


图 1.2 冠状动脉狭窄情况

从解剖学看,冠心病的产生主要分为冠心病冠状动脉狭窄或闭塞、冠状动脉痉挛两种情况。

冠心病冠状动脉狭窄或闭塞主要是冠状动脉病变致使冠状动脉狭窄或闭塞,该类病因约占全部病因的 90% 以上;目前已知的病因有近百种,其中冠状动脉粥样

硬化性病变约占全部病因的 90% ~ 95%。冠状动脉痉挛是引起冠心病的另一个较为常见的病因,由这种病因引起的冠心病约占全部冠心病的 5% ~ 10%。冠状动脉造影研究发现,多数冠状动脉痉挛引发心绞痛或心肌梗死的病人,其冠状动脉常有不同程度的动脉粥样硬化病变发生。

从严格的病理学意义上讲,根据现今的研究成果,冠心病的病因还未完全清楚,但一般认为与高血压、高脂血症、高粘血症、糖尿病、内分泌功能低下及年龄大等因素有关。引发冠心病的原因主要有以下几种。

1) 高脂血症:除年龄外,脂质代谢紊乱是冠心病最重要的预测因素。总胆固醇(TC)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平和冠心病事件的危险性之间存在着密切的关系。LDL-C水平每升高1%,则患冠心病的危险性增加2%~3%。甘油三酯(TG)是冠心病的独立预测因子,并伴有低HDL-C和糖耐量异常,后两者也是冠心病的危险因素。

2) 年龄与性别:40岁以后冠心病发病率升高,女性绝经期前发病率低于男性,绝经期后与男性相等。因此,冠心病是中老年人的常见病和多发病。

3) 高血压:高血压与冠状动脉粥样硬化的形成和发展关系密切。收缩期血压比舒张期血压更能预测冠心病事件。140~149mmHg的收缩期血压比90~94mmHg的舒张期血压更能增加冠心病死亡的危险。

4) 吸烟:吸烟是冠心病的重要危险因素,是唯一最可避免的死亡原因。冠心病与吸烟之间存在着明显的用量-反应关系。

5) 糖尿病:冠心病是未成年糖尿病患者首要的死因,冠心病占糖尿病病人所有死亡原因和住院率的80%左右。

6) 肥胖症:已明确为冠心病的首要危险因素,可增加冠心病死亡率。肥胖被定义为体重指数 $BMI = \text{体重 (kg)} / \text{身高}^2 (\text{m}^2)$, 男性 ≥ 27.8 , 女性 ≥ 27.3 , BMI与TC、TG增高、HDL-C下降呈正相关。

7) 其他因素:饮酒与环境因素等,另外不爱运动的人冠心病的发生和死亡危险性将翻一倍。

冠心病的诱发因素很多并具有不确定性,如果冠状动脉已存在明显狭窄性病变,那么引起心肌耗氧量增加或心肌供血减少的因素,都可能诱发冠心病;前者见于劳累或体力活动、情绪激动、饱食、寒冷、大便等;后者主要是由于心脏排血量下降或冠状灌注降低所致,可见于严重心律失常、低血压或休克、主瓣狭窄或关闭不全、肥厚型梗阻性心肌病变。根据冠心病的临床症状,一般具有如下5种类型的表现。

1. 心绞痛型

通常表现为胸骨后的压榨感、闷胀感,伴随明显的焦虑,持续3~5min,常散发到左侧臂部、肩部、下颌、咽喉部、背部,也可放射到右臂。有时可累及这些部

位而不影响胸骨后区。用力、情绪激动、受寒、饱餐等增加心肌耗氧情况下发作的称为劳力性心绞痛，可通过休息和含化硝酸甘油缓解。有时候心绞痛不典型，可表现为气紧、晕厥、虚弱、噎气，尤其在老年人。根据发作的频率和严重程度分为稳定型和不稳定型心绞痛。稳定型心绞痛指的是发作一月以上的劳力性心绞痛，其发作部位、频率、严重程度、持续时间、诱使发作的劳力大小，以及能缓解疼痛的硝酸甘油用量基本稳定。不稳定型心绞痛指的是使原来的稳定型心绞痛发作频率、持续时间、严重程度增加，或者新发作的劳力性心绞痛（发生1个月以内），或静息时发作的心绞痛。不稳定型心绞痛是急性心肌梗塞的前兆，一旦发现应立即到医院就诊。

2. 心肌梗塞型

梗塞发生前一周左右常有前驱症状，如静息和轻微体力活动时发作的心绞痛，伴有明显的不适和疲惫。梗塞时表现为持续性剧烈压迫感、闷塞感、甚至有刀割样疼痛，位于胸骨后，常波及整个前胸，以左侧为重。部分病人可延左臂尺侧向下放射，引起左侧腕部、手掌和手指麻刺感，部分病人可放射至上肢、肩部、颈部、下颌，以左侧为主。疼痛部位与以前心绞痛部位一致，但持续更久，疼痛更重，休息和含化硝酸甘油不能缓解。有时候表现为上腹部疼痛，容易与腹部疾病混淆。伴有低热、烦躁不安、多汗和冷汗、恶心、呕吐、心悸、头晕、极度乏力、呼吸困难、濒死感，持续30min以上，常达数小时，遇到这种情况应立即就诊。

3. 无症状心肌缺血型

很多病人有广泛的冠状动脉阻塞却没有感到过心绞痛，甚至有些病人在心肌梗塞时也没感到心绞痛。部分病人在发生了心脏性猝死，常规体检时发现心肌梗塞后才被发现，部分病人由于心电图有缺血表现，发生了心律失常，或因为运动试验呈阳性而做冠脉造影才发现。这类病人发生心脏性猝死和心肌梗塞的机会和有心绞痛的病人一样，所以应注意平时的心脏保健。心脏性猝死可发生在那些貌似健康的人身上，这里主要说的是冠心病中的一个类型，因为冠状动脉粥样硬化斑块很小，没有堵塞血管，所以平时没有任何症状，但是，斑块会突然破裂，破裂以后，会在局部形成血小板、红细胞组成的血栓，很大，而且同时冠状动脉痉挛缩窄，出现严重缺血。然后，大面积心肌梗死。

4. 心力衰竭和心律失常型

部分患者原有心绞痛发作，以后由于病变广泛，心肌纤维化程度加深，心绞痛逐渐减少到消失，却出现心力衰竭的表现，如气紧、水肿、乏力等，还有各种心律失常，表现为心悸。还有部分患者从来没有心绞痛，而直接表现为心力衰竭和心律失常。

5. 猝死型

指由于冠心病引起的不可预测的突然死亡，在急性症状出现以后6h内发生心

脏骤停所致。主要是由于缺血造成心肌细胞电生理活动异常，而发生严重心律失常导致的。

1.2.2 冠心病的危害性

心血管病作为危害人类健康的“第一杀手”，已波及全球，已经成为了一些西方发达国家的主要疾病和重要因病死亡原因。尽管在第一次世界大战时，心肌梗塞作为冠心病的主要临床类型还很少见，但到1940年，冠心病已成为美国和一些工业化国家的主要因病死亡的原因。由于对冠心病的某些类型的诊断尚有一定困难，故通常以急性心肌梗塞的发病率和死亡率来代表冠心病的发病率和死亡率，其中以死亡率更为常用。

据世界卫生组织的统计数据，在全球疾病死亡原因排名中，其排列顺序是心脏病、脑血管病和急性肺部感染、慢阻肺、艾滋病……，其中与心脏相关的疾病位居最前列。目前，全球每年有1700万人死于心脏病和其他心血管疾病，约占全球年死亡人数的1/3，预计到2020年，这个数字将有可能突破3000万（<http://health.163.com>）。有鉴于此，WHO将每年的9月26日定为“世界心脏日”，可见预防冠心病及其心血管疾病对人类具有重要意义。

据世界卫生组织曾经公布过的有关11个国家的冠心病相关资料分析，30~69岁冠心病死亡率以北爱尔兰最高，芬兰次之，日本最低。在美国，尽管具有较好的医疗条件，但冠心病的死亡率仍居死因之首。1998年美国国家健康统计中心公布的美国1997年死亡人数及死因顺位的资料表明，心脏病占总死因的36.7%，其中冠心病死亡占26.1%，居前10位死因之首。

与发达国家相比，发展中国家仍属冠心病低发国家。据1984年报告，冠心病死亡率城市为36.9/10万，农村为15.6/10万。1986—1990年我国对10组人群高血压、冠心病、脑卒中发病率及其危险因素的前瞻性研究结果表明，在监测的3 819 659人年内，急性心肌梗塞男性共发生409例，女性为200例，年发病率分别为（10~26）/10万，（8~13）/10万；死亡率分别为（4~11）/10万和（2~5）/10万。冠心病死亡人数占总死因的4.47%（男）和3.72%（女）。

据海军总医院针对北京地区的一项长达十多年的研究和统计监测数据表明，北京地区心血管病监测区急性冠心病事件发病率呈上升趋势。总人群年龄标化率年平均增长率为2.3%（ $P < 0.05$ ），粗率的年平均增长率为3%（ $P < 0.01$ ）。男性急性冠心病事件的上升趋势较女性明显，标化率的年平均增长率为2.3%（ $P < 0.05$ ）；粗率为3.5%（ $P < 0.01$ ）。女性亦呈上升趋势，标化率的年平均增长率均为1.6%，粗率为2.6%。

令人担心的是，自20世纪80年代中后期以来，冠心病的发病率在发展中国家也开始逐年上升。以我国为例，中国心血管病发病率和死亡率呈逐年上升趋势，我