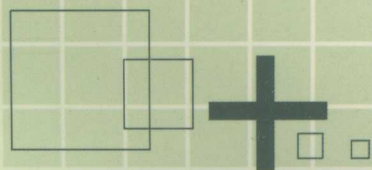


借



YIXUE XINXIXUE

医学信息学

李科 颜红梅 编著



电子科技大学出版社

医学信息学

李科 颜红梅 编著

电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学信息学/李科, 颜红梅编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2005.4

ISBN 7-81094-793-1

I. 医... II. ①李...②颜... III. 医学: 信息学
IV. R-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 022676 号

内 容 提 要

本书是一本专门介绍医学信息学的理论、方法及应用的专业性图书。信息技术已被应用于生物医学的相关领域, 形成医学信息学这门交叉学科, 有关医疗信息系统的研究与建设正在如火如荼地进行, 医疗信息化水平的高低已经成为提高整个医疗服务水平的重要内容, 越来越受到国家、社会和医院的重视。本书就医学信息学的基础理论和技术、几个重要医疗信息系统和标准进行介绍。

本书共分为 9 章, 内容包括: 医学信息学概论、医学信息网络技术、数据库技术、医院信息系统、PACS 系统、医学决策支持系统、医学数据挖掘、远程医疗系统和后记等。

本书内容实用性强, 可供从事医疗信息系统建设的工程技术人员、生物医学工程和医学信息学专业及相关专业的师生阅读参考。

医学信息学

李 科 颜红梅 编著

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市建设北路二段四号)
责任编辑: 江进优
发 行: 电子科技大学出版社
印 刷: 成都蜀通印务有限责任公司
开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张 11 25 字数 273 千字
版 次: 2005 年 4 月第一版
印 次: 2005 年 4 月第一次印刷
书 号: ISBN 7-81094-793-1/Z·16
定 价: 16.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行科联系。电话: (028)83201495 邮编: 610054。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

信息科学正在惊人地改变着我们的世界和生活。在逐步深入到医疗卫生实践与研究的过程中,逐渐形成了一门涉及多个学科领域的交叉科学——医学信息学。医学信息学是以医学信息为研究对象,研究医学信息的特点、活动过程和规律的科学。医学信息学有明显的应用性,其应用对象领域就是医疗卫生管理和应用的方方面面,涉及医学信息的获取、传递、加工、存储、分析、控制和应用的全过程。

本书的作者长期从事医学信息学方面的教学与科研工作,积累了一定的经验。为了适应和配合信息时代生物医学工程专业本、专科的教学要求,多方面拓展学生视野,综合培养学生理论与实践的应用能力,特别编著了这本医学信息技术及应用方面的专业书,作者真诚地希望本书能成为对从事医学信息学研究和实践的读者有用的一本参考书。

在本书中,作者根据自己的教学与研究经验,有选择性地介绍了构成医学信息学的主要支撑技术即网络通信技术和数据库技术,希望读者可以获得一些医学信息传递、存储及系统设计方面的基础知识。在医学信息系统介绍方面,重点介绍医院管理信息的医院信息系统(HIS系统),医学影像处理和传输的图像存储与传输系统(PACS系统),医疗信息处理和再加工的医学专家系统及决策支持系统,医疗信息远程利用的远程医疗系统等。

本书由李科和颜红梅二人合作编著,李科主要负责第一章、第三章、第五章、第八章和第九章的编写,颜红梅主要负责第二章、第四章、第六章和第七章的编写。同时,本书的编写得到电子科技大学生命科学与技术学院尧德中教授和饶妮妮教授的鼓励和关怀,在此也向两位教授表示感谢。

我们不得不提的是,医学信息学是一门快速发展的科学,随着信息技术的迅猛发展,医学信息技术也日新月异。由于我们的经历和水平有限,在书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正,并欢迎提出宝贵意见和建议。同时,作者在编写过程中除了参考了文献列出的资料外,还借鉴了许多互联网上的资料,在此谨向相关文献资料的作者表示深深的谢意。

编 者

2005.1 于成都

目 录

第一章 医学信息学概论	1
§1.1 医学信息学	1
§1.2 医学信息系统和数字化医院	11
第二章 医学信息网络技术	17
§2.1 计算机网络概述	17
§2.2 计算机网络基础	19
§2.3 局域网	36
§2.4 Internet	42
第三章 数据库技术	50
§3.1 数据库技术基础	50
§3.2 关系数据库设计理论	55
§3.3 关系型数据库设计	61
第四章 医院信息系统	74
§4.1 医院信息系统的发展	74
§4.2 医院信息系统的内涵与外延	78
§4.3 医院信息系统的建设	82
§4.4 医学信息标准化与 HL7 标准	85
§4.5 我国医院信息系统面临的挑战与任务	91
第五章 PACS 系统	94
§5.1 PACS 概述	94
§5.2 PACS 系统结构及性能	97
§5.3 PACS 系统设计	100
§5.4 DICOM 标准	107
第六章 医学决策支持系统	127
§6.1 医学决策支持系统的发展	127
§6.2 医学决策支持系统的结构	130
§6.3 医学知识获取	133

§6.4 医学决策支持方法	138
§6.5 医学决策支持系统的开发	140
§6.6 医学决策支持系统的评估	141
第七章 医学数据挖掘	143
§7.1 数据挖掘的基本知识	143
§7.2 医学数据挖掘及其应用	155
第八章 远程医疗系统	160
§8.1 远程医疗系统的概述	160
§8.2 远程医疗系统设计	163
第九章 后记	171
参考文献	173

第一章 医学信息学概论

§ 1.1 医学信息学

一、信息

现代信息科学技术对我们的时代产生了巨大的影响，现在，我们的生活、我们的社会已经与半导体技术、微电子技术、计算机技术、通信技术、网络技术、多媒体技术、信息服务业、信息产业、信息经济、信息化社会、信息管理、信息论等紧密地联系在一起。

其实自从有了生命，就有了信息相伴。根据研究，生物的生存、进化都与信息相关，生物的个体与个体之间、群体与群体之间、上代与下代之间都通过各种方式传递着信息。人类也不例外，自从有了人类，人们就与信息不可分离了，眼睛接收视觉信息，耳朵接收听觉信息，还有鼻子、舌头、皮肤都使人们通过感知信息认识世界，然后才有了人们信息的交流，人们的认识面就不断增大，才能不断进步和发展。人们已经认识到信息的重要性，为了更好地利用信息，人类早期通过结绳记事来记录信息、存储信息，利用烽火台来传递信息。

不同领域对信息也有不同的定义。在经济学家眼中，信息是与物质、能量相并列的客观世界的三大要素之一，是为管理和决策提供依据的有效数据。对心理学家而言，信息是存在于意识之外的东西，它存在于自然界、印刷品、计算机硬盘以及空气之中。在新闻界，信息被普遍认为是事物运动状态的陈述，是物与物、物与人、人与人之间的特征传输。而新闻则是信息的一种，是具有新闻价值的信息。哲学家们从产生信息的客体来定义信息，认为事物的特征通过一定的媒介或传递形式使其他事物感知。这些能被其他事物感知的、表征该事物特征的信号内容即为该事物向其他事物传递的信息。所以，信息是事物本质、特征、运动规律的反映。不同的事物有不同的本质、特征、运动规律，人们就是通过事物发出的信息来认识该事物，或区别于其他事物。

《辞海》中说“信息是指对消息接受者来说预先不知道的报道。”《韦氏字典》认为“信息是用以通信的事实，是在观察中得到的数据、新闻和知识。”而控制论鼻祖维纳说：“信息就是信息，既不是物质也不是能量。”信息论鼻祖香农没有对信息给出明确的定义，他认为：“信息是不确定量的减少”。“信息是用来消除随机不定性的东西。”在香农的信息理论中，不确定性是用熵来表示和计量的。因此，香农的信息定义也可表述为：信息是用以减少熵的东西。

我们认为：信息是人对现实世界事物存在方式或运动状态的某种认识。信息的表示形式可以是数值、文字、图形、声音、图像以及动画等。

信息所包含的基本特征有：

1. 客观性 信息反映的是客观事物的属性。信息必须真实、准确，必须如实地反映客观实际。
2. 抽象性 即信息是对客观事物的抽象，信息通常需要通过一定的物质载体来表示。而它的内容与作为其载体的实体有本质的区别。
3. 整体性 即系统性。信息必须作为表达客观事物（或系统）的完整描述中的一环，脱离了全局，零碎的信息将毫无意义。
4. 时效性 客观事物（或系统）都是在不断发展变化的，信息只有及时、新颖，才能发挥巨大的作用，才有价值。
5. 层次性 信息及其处理与客观事物（或系统）的层次密切相关，只有合理地确定层次，才能正确地确定信息需求的范围和信息的价值，并有效地进行信息处理。
6. 不完全性 信息与不确定性是对立统一的整体，客观事物的无限复杂与动态变化，决定了信息的无限性。故信息的完全性只能是相对的，而其不完全性则是绝对的。这种观点也符合辩证法的思想。

二、信息学

信息学作为一门科学来说，可以从 1746 年英国一个工程师沃森（Watson）在两英里电线上传递了电信号算起。

信息学将信息作为研究对象，是研究信息的特点及活动过程和规律的科学。对于生物来说，信息活动的基本过程可以用图 1.1 来形象地加以说明。人的基本信息活动包括信息获取、信息传递、信息处理与再加工、信息使用等过程。

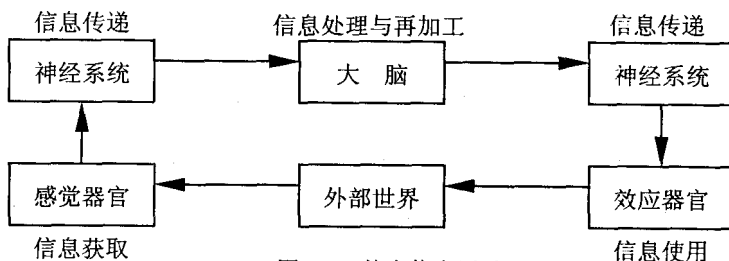


图 1.1 基本信息活动

进一步地分解，其中信息获取可分为信息感知、信息识别、信息提取等子过程；信息传递又可以分为信息变换、信息传输、信息交换等子过程；信息处理与再加工也可以分为信息存储、信息检索、信息分析、信息加工、信息再生等子过程；而信息使用则可以分为信息转换、信息显示、信息调控等子过程。

三、医学信息学

事实上，信息不是孤立的信号，而是很多相关信号构成的信息系统，所有的信息系统都能接收、处理、输出信息，也就是说信息都能起控制处理的作用，这就是说，信息表面上表现为信号，其本质、核心是系统控制。

医学信息包含一切与医疗行为及结果相关的信息，大到医院管理信息、决策信息、临床信息等，小到与诊断相关的医学影像信息、医疗护理信息、患者个人信息，还包括与医疗行为相关的手术信息、流行病学信息、远程医疗信息以及与医学研究相关的医学教育信

息、医学文献信息等。

现代的医学发展已经离不开信息技术，信息技术也已经渗透到医疗领域的各个方面，从而有了各种医学与信息技术结合的产物，同时也产生了医学信息学（medical informatics）——信息技术学和医学的交叉科学。

医学信息学就是以医学信息为研究对象，研究医学信息的特点、活动过程和规律的科学。根据信息活动的特点和规律，其实医学信息学就是研究医学信息获取、传递、加工、存储、分析和控制的全过程。

本书将着重介绍构成医学信息获取、处理、传输、存储和分析的信息处理系统，介绍构成医学信息系统的主要支撑技术网络通信技术和数据库技术，在医学信息系统方面，重点介绍医院管理信息的医院信息系统，医学影像处理和传输的图像存储与传输系统（PACS系统），医疗信息处理和再加工的专家系统及决策支持系统，医疗信息远程利用的远程医疗系统。

四、医学信息学的研究对象

我们针对的医学信息主要分为生物医学信号、医学图像、病历、医学标准和编码。

（一）生物医学信号

生物的细胞到器官组织都可成为生物信号源，这些信号包括：生物电，如神经细胞或心肌细胞的去极化电压；机械活动信号，如心脏瓣膜产生的声音；化学反应产生的信号，如血液中的二氧化碳分压（ P_{CO_2} ）。这些生物信号可被用于诊断疾病、监护病人和生物医学研究。

我们对生物医学信号的测量是利用传感器进行的，获取电信号后通过计算机进行处理。如果信号本身是电信号则可直接通过电极获取，如果是化学信号和物理信号则需要转化为电信号。

所有生物信号采集时都是模拟量，因此在计算机处理前必须数字化（量化或离散化）。正确的采样不应丢失信息（即信号熵不应增加），这样才能保证对信号的正确解释。过低的采样率会引起信号失真和信息丢失；采样率过高会引起信息冗余（较高付出但无信息丢失）而并不产生额外信息量，而且占用过多的计算机内存。

表 1.1 是常用生物医学测量信号的频宽、幅值范围和量化位数。

表 1.1 常用生理信号的频宽、幅值范围及量化位数

信号	频宽 (Hz)	幅值范围	量化 (位数)
脑电图 (EEG)	0.2~50	600 μ V	4~6
眼电图	0.2~15	10 mV	4~6
心电图 (ECG)	0.15~150	10 mV	10~12
肌电图 (EMG)	20~8 000	10 mV	4~8
血压	0~60	400 mmHg	8~10
呼吸描记图	0~40	10 L	8~10
心音图	5~2 000	80 dB	8~10

对于测量精度问题,有些生物医学信号,测量分辨率要达到信号幅值的1%;而有些信号则达到10%就已足够。例如对于心电图,要以20mV或更高的分辨率来测量Q波,因为Q波(如I导联或aVF)可提示存在心肌缺血或梗死;而对于脑电图,幅值本身并无意义,而测量过程的平均幅值变化是有意义的量。

在进行计算机处理过程中,我们可以对信号进行重建(转换)以便再进行信号参数的特征分析。因为所获得的原始信号中包含大量特征分析所不需要的信息,存在信息冗余。有的信息冗余是无用的,而有的是必需的,我们需要通过信号转换和处理消减干扰、去除无用信息,并获得最具诊断值的特征参数。

在获取具有诊断意义的特征参数后,我们需要对其进行解释和区分,以进行决策。在某种意义上,这些参数类似于被用于诊断的体征和症状。因此,所获得的信息必须具有辨识力,特征参数的提取方法有时要比信号获取更复杂,在信号解释阶段得到的这些信号参量将被用于人或计算机辅助决策。在生物信号解释或分类阶段,是以逻辑为基础,进行试探式推断。方法可以是统计学的或多种方法相结合的。

生物信号与可用数学方法决定的信号(如正弦波)不同,绝大多数无法只用几个参数就可描述,它们的特点是具有很大的变化性。如果产生信号的生理过程处于动态即处于不断变化的状态中,那么它们的状态就很难精确预测,描述该信号参数也在不断改变。例如,特护病房的病人的心脏及循环功能参数、肺及呼吸功能参数、血液生化及激素水平参数在不断变化。因此,从这种过程中提取的信号反映了该过程的动态和非固定的特征。

生物信号的处理和解释方法的不断发展应归功于信息技术的发展。生物信号处理和解释涉及广泛的、相互不同的应用领域。例如:①功能分析,如对EMG、EEG、ECG、心电图、呼吸描记图等的分析,用于临床诊断。②上述功能分析方法也可用于人群普查中的信号分析。③实时分析,如病人处于重症护理、冠心病护理、术中或术后护理、围产期护理等密切监护状况。另一个实时分析的例子是活的神经或肌肉对假体的控制。④基础研究,如在生理学研究中,信号处理可被用于分析神经元或细胞的去极化,或计算心脏的去极化的波阵面。

信号参数有助于医学诊断和趋势分析。诊断和决策越来越客观化和数字测量化,正逐步取代主观观察。生物信号的客观测量值可作为监护病人时的状态参数输入,客观性的增加有助于减少人为的失误。

(二) 医学图像

1895年11月8日,德国物理学家伦琴用X射线给他夫人拍摄了人类历史上第一张医学图像,100年来,随着成像技术不断提高,医学图像在临床医学上得到了广泛的应用,医生可以通过图像直观地了解人体的内部,甚至微观的图像,从而对人体形态或病理改变有了直观的认识。由于成像的原理和设备不同,存在有多种成像模式的医学图像,如表1.2所示。从大的方面来说,可以分为描述生理形态的解剖成像模式和描述人体功能或代谢的功能成像模式。

表 1.2 多种成像模式

解剖成像	功能成像
X 光照相术	SPECT 单光子发射断层扫描像
CT 计算机断层扫描技术	PET 正电子发射断层扫描像
MRI 磁共振成像	FMRI 功能磁共振成像
US 超声成像	EEG 脑电图
光纤内窥镜图像	MEG 脑磁图
MRA 磁共振血管造影术	光学内源成像
DSA 数字减影血管造影术	

1. 超声图像 超声是一种高频振动的机械波，可以在物质分子中传递。现阶段医学超声的使用频率在兆赫（MHz）级，超声在人体软组织（及水）中传播速度为 1500m/s 左右，故其波长在毫米（mm）级。在临床应用中超声图像主要用于诊断，利用较高频率（多在 2MHz~40MHz）与较低声强。高频超声提高对组织的分辨率，可以获得清晰、细致的声像图；而较低声强可降低对组织损伤的副作用。

20 世纪 40 年代，最先开始应用于临床的是 A 型超声诊断仪，不久 B 型、M 型和 D 型超声诊断仪相继问世。70 年代迅速向二维灰度显示的 B 型超声诊断仪发展，它们显示人体内的结构形态信息，成像基础为人体内的声阻抗变化。与此同时，建立在多普勒效应基础之上的，显示血流及心脏等运动信息的 D 型超声诊断仪也开始出现。其后推出的双功能型超声诊断仪便是 B 型超声仪和 D 超声仪型相结合的产物，它用同一探头既显示 B 型图，又可在图像中任一处取样显示其多普勒频谱。80 年代出现的彩色血流显像则是在实时 B 型超声图像中，以彩色表示心脏或血管中的血液流动，故属于结构形态—生理功能型显像仪。它是利用多次脉冲回波相关处理技术（而不是利用多普勒频移技术），来取得血流运动信息的，故常称为彩色多普勒血流显像。随着科学技术的飞速发展，超声医学诊断的新技术也在不断出现。近年来经颅多普勒诊断仪应用低频多普勒超声，通过颞部、枕部、眶部及颈部等透声窗，可以显示颅内脑动脉的血流动力学状况，因而受到临床医师的广泛应用和重视。新型的彩色三维 TCD 仪采用独特的颅脑血管扫描技术，同步对颅内血管的 X、Y、Z 三维空间坐标参数进行检测并输入计算机，重建颅内血管的三维图像，并可以在颅内血管多普勒信号模拟三维图上选择样点，显示脑血管血液的流速和流向，用于脑血管疾病的诊断、功能评论、危重病人的监护及预防保健等。

2. X 射线图像 X 射线图像是最原始的一种医学图像，它是 X 射线束穿透某一部位的不同密度和厚度组织结构后的投影总和，是该穿透路径上各层投影相互叠加在一起的影像。传统 X 射线图像是投影（阴影）图像，不能显示真实的器官几何形态，在三维空间前后排列的器官将投射到一个叠加的二维图像上。

3. 血管数字减影（DSA） DSA 是先在影像增强器的帮助下获得 X 射线阴影图像，并将此信号数字化后存储在计算机中，然后将对比剂注入静脉，重复前法再一次获得图像并数字化后存储。应用对比剂以前的图像称为掩模，把对比剂注射后的图像减去掩模，则生成的图像仅包含掩模中没有的信息，也即对比剂位置的信息。由于对比剂充满血管，所以最终的分布图像中只显示血管，通过此过程产生的图像称为血管数字减影（DSA）。由

于图像以数字格式表示,故除了图像可视化以外,还可测量图像。如可测量某些细节的大小,获得血管的狭窄程度或分析心肌的运动等。

4. 计算机 X 射线断层扫描成像 (CT) 计算机 X 射线断层扫描成像 (CT) 的概念是 Hounsfield 于 1971 年提出,因为该项发明,他于 1979 年获得诺贝尔奖。CT 是用 X 射线束对人体某部一定厚度的层面进行扫描,由探测器接收透过该层面的 X 射线,转变为可见光后,由光电转换为电信号,再经模拟/数字转换器 (analog/digital converter) 转为数字,输入计算机处理,图像形成的处理有如对选定层面分成若干个体积相同的长方体,称之为体素 (voxel)。扫描所得信息经计算而获得每个体素的 X 线衰减系数或吸收系数,再排列成矩阵,即数字矩阵 (digital matrix),数字矩阵可存储于磁盘或光盘中,经数字/模拟转换器 (digital/analog converter) 把数字矩阵中的每个数字转为由黑到白不等灰度的小方块,即像素 (pixel),并按矩阵排列,即构成 CT 图像。所以,CT 图像是重建图像。每个体素的 X 射线吸收系数可以通过不同的数学方法算出。

5. 磁共振成像 磁共振成像是利用原子核在磁场内共振产生信号、重建图像的一种技术。磁共振现象是由美国科学家 Bloch 和 Qurell 1946 年报道的,1973 年 Lautebru 获得第一幅氢质子二维的 MRI 图像,MRI 成像与 CT 类似,成像过程是通过把被检查层面分成若干体素后,再收集多种参数产生 MRI 信号,经计算机处理、编码,现模拟灰度成像,但参数多,信息量大。20 世纪 80 年代 MRI 进入了临床运用阶段,目前 MRI 已用于全身各个系统的检查。由于 MRI 技术及辅助设施已日臻成熟,信息量大,在疾病诊断与治疗方面有很大的优越性和潜力,应用前景十分广阔。

6. 核医学显像 核医学诊断技术包括脏器显像、功能测定和体外放射免疫分析。在进行脏器显像和/或功能测定时,医生根据检查目的,给病人口服或静脉注射某种放射性示踪剂,使之进入人体后参与体内特定器官组织的循环和代谢,并不断地放出射线。这样我们就可在体外用各种专用探测仪器追踪探查,以数字、图像、曲线或照片的形式显示出病人体内脏器的形态和功能。核医学显像方法简单、灵敏、特异、无创伤性、安全(病人所受辐射剂量低于一次 X 射线摄片所受剂量)、易于重复、结果准确、可靠,并能反映脏器的功能和代谢,因此在临床和基础研究中的应用日益广泛。

核医学显像可分为 γ 照相和 ECT。

(1) γ 相机是现代核医学的重要诊断设备, γ 相机可同时记录脏器内各个部分的射线,以快速形成一帧器官的静态平面图像,同时因其成像速度快,亦可用于获取反映脏器内放射性分布变化的连续照片,经过数据处理后,可观察脏器的动态功能及其变化,因此 γ 相机既是显像仪又是功能仪。

(2) ECT 包括 SPECT 和 PET。我们通常所说的 ECT 指的是单光子发射型计算机断层显像仪,即 SPECT。它就是一个探头可以围绕病人某一脏器进行 360° 旋转的 γ 相机,在旋转时每隔一定角度 (3° 或 6°) 采集一帧图片,然后经电子计算机自动处理,将图像叠加,并重建为该脏器的横断面、冠状面、矢状面或任何需要的不同方位的断层,切面图像,从而极大地提高了诊断的灵敏度和正确性。SPECT 同时也具有一般 γ 相机的功能,可以进行脏器的平面和动态(功能)显像。

PET,即正电子发射计算机断层显像 (Positron Emission Computed Tomography),是

目前国际上最尖端的医学影像诊断设备,也是目前在分子水平上进行人体功能显像的最先进的医学影像技术。PET的基本原理是利用加速器生产的超短半衰期同位素,如 ^{18}F 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{11}C 等作为示踪剂注入人体,参与体内的生理生化代谢过程。这些超短半衰期同位素是组成人体的主要元素,利用它们发射的正电子与体内的负电子结合释放出一对伽玛光子,被探头的晶体所探测,得到高分辨率、高清晰度的活体断层图像,以显示人脑、心、全身其他器官及肿瘤组织的生理和病理的功能及代谢情况。作为一种无创伤检查手段,PET可以从体外对人体内的代谢物或药物的变化进行定量、动态检测,成为诊断和指导治疗各类肿瘤疾病、冠心病和脑部疾病的最佳方法。PET的发展及其成功的临床应用是当代高科技医疗诊断技术的主要标志之一。PET在临床医学的应用主要集中于神经系统、心血管系统、肿瘤三大领域。

7. 功能性磁共振图像(fMRI) MRI不仅可用来提供解剖信息,而且还越来越多地被用来研究脑部的血液流动。这使我们可间接地研究脑部的新陈代谢过程。在这方面,MRI成为PET的竞争对手。所谓的功能性MRI(functional MRI)可区分脑部的活动区域和休息区域。在脑部活动区域里,静脉血的氧化水平比休息区域的高,富氧血红蛋白对外部的磁场仅有较弱的反应,而去氧血红蛋白的反应更强。因此去氧血红蛋白引起的局部磁性不同,也引起T2弛豫率不同。通过这种方法,可观察大脑的活动区域,如视觉刺激引起的大脑皮质视觉中枢兴奋。动脉血流的改变还可引起第二机制(T1弛豫率)的改变。因为流动血液中的质子可被激活,T1弛豫时间可明显增加。功能性MRI的引入开辟了人脑映射研究的新纪元。通过脑部功能结构的研究,可促进脑外科学、大脑学习机制和精神性疾病的研究。

8. EEG 脑电图 脑电图是通过仪器把脑细胞的电活动记录在纸上而形成的,脑电图可以直接记录大脑皮质神经元的电位活动,并以此脑电位的活动记录可探知脑神经的信息传递及脑的活动区域。脑电图检查对许多神经系统疾病的诊断、病情监测及疗效观察也有十分重要的意义。有时其他检查(如CT)没有发现异常,而脑电图却可以发现异常表现。因此脑电图检查已广泛应用于临床。医生可根据图形来判断大脑细胞的功能状态是否正常,以此用于各种神经系统疾病的诊断、病情监测、疗效观察等方面,如癫痫、头痛、脑肿瘤、中枢神经系统疾病,脑发育状况评价等。

9. MEG 脑磁图 脑磁图是研究脑磁场信号的脑功能图像技术。一组紧密排列的脑神经元细胞产生的生物电流可看作为一个信号源,由这一电流源产生的生物磁场可穿透脑组织以及颅骨到达头部之外,可用一组探测器阵列来测量分布在头皮表面上的这种磁场以确定脑内信号源的精确位置和强度。由脑磁图探测到的大脑活动部位可以由外界激发产生的结果,比如视觉刺激,或者是自发性产生的结果,比如癫痫活动。把握这些活动部位的精确位置对于各种临床诊断,脑外科手术前的手术计划制定,以及脑的基础研究都具有十分重要的意义。脑磁图主要用于正切磁场的测量,而脑电图则用于径向磁场的测量。进一步说,脑磁图是测量细胞内的电流,而脑电图则是测量细胞外的电流。脑磁图和脑电图的同时测量所得到的结果可相互补充。脑磁图信号的特征模式使得信号源的精确定位成为可能,无论是脑浅部的信号源还是脑深部的信号源,其定位精度都在几毫米之内。

脑磁图测量法是一种对大脑完全无侵袭,无损害的以测量脑磁场来达到脑功能区域定位以及评价被定位区域脑功能的健康状态的测量方法。脑磁图目前已在世界上用于颅脑手术前的脑功能定位,癫痫灶无侵袭定位。许多临床研究小组都在致力于扩大脑功能定位的范围,以确定脑磁场不正常区域内所伴随的各种脑疾患。MEG的无侵袭意味测量可以反复

重复多次而不会给大脑带来任何副作用。随着对脑功能定位的标准化进程的发展，以及 MEG 用于各种脑疾患诊断的研究的进展，MEG 的临床诊断将会得到日益广泛的应用。

10. 光纤内窥镜图像 包括纤维内窥镜和电子内窥镜，纤维内窥镜是采用玻璃纤维作为传导材料传导图像和照明光，用来直接观察人体内脏器官。电子内窥镜同样使用光纤传导照明光，但不使用光纤传导图像，而是在内窥镜先端装入 CCD 固体摄像器，把光学图像转变为视频信号，以便在电视屏上观察人体内脏器官的动态图像。

11. 光学内源成像 内源光信号是指那些由神经元活动所引起的有关物质成分和运动状态的改变而导致其光学特性的变化，在与某些特定波长的光量子相互作用后产生的包含了这些特性的光信号，内源信号至少包含三种成分：局部血流量的变化；血红蛋白氧饱和水平的变化；散射光的变化。内源光学成像可分开窗型内源光学成像和无损伤型内源光学成像。

(三) 病历

病历是对病人的诊疗过程，在一定的时间、过程、现象、实际的事件范围内，进行客观、真实的记录和存档。病历的书面内容通常是主诉、检验结果、诊断、治疗计划和临床发现的混合，检验结果可包含化验结果和许多其他检查结果的报告，如 X 射线、病理、超声波、肺功能、内镜检查等。除心电图、影像、图表外，纸质病历中包含的大部分信息数据可用字符和数字表示（字符数字型数据）。现代病历在形式上必须具有动态的、静态的、声像的、文本的、实际的意义。

病历可分为纸质病历和电子病历。

(1) 纸质病历是一种以文字记载为主体的文本病历，记录数据量小，信息资料甚少，结论性强，再诊断性差，资料的有限性对技术分析限制大。

(2) 电子病历 (Computer-based Patient Recorder, CPR) 随着计算机科学的发展，对结构良好、容易检索的数据的要求正日益增长，由此激励人们致力于开发电子病历。电子病历字迹清晰、容易检索和优化结构，并有进一步改善的潜力，但同时对数据采集提出了更高的要求。但目前还不能取消病历使用文本的有效记录或说明，所以说电子病历就不能称其为完整的病历概念，只能说病历中的电子记录部分。

尽管在近几十年的发展电子病历有了长足的进步，但在大多数医疗机构中，它仍只在小范围内使用。纸质病历和电子病历各有其优点，如表 1.3 所示。很明显，现有的大多数电子病历应用并未全面超越使用纸质病历的优点。人们对传统纸质病历的规则习以为常这一事实也起着重要的作用。

表 1.3 纸质病历与电子病历各自的优势

纸质病历的优点	CPR 的优点
可方便地携带	可对多处数据同时访问
报告的形式十分自由	易读性
数据易于浏览	对数据可采取多种查看方法
无须特殊训练	支持结构化数据输入 (SDE)
不会像计算机那样丢失数据	决策支持
	支持其他数据分析
	支持电子数据交换和共享数据

(四) 医学标准和编码

标准就是在一定范围内人们能共同使用的对某类、某些、某个客体抽象的描述与表达。医学信息的标准化是特指信息标准化在医学领域的具体应用。

编码是指定一个对象或事物的类别或者(如果是多轴分类的话)类别集合的过程。编码是对对象的各方面性质的解释和判归。

在医学领域内存在很多的标准和编码,是整个领域内人们共同使用和遵守的规则,也是我们进行信息化的依据。

以下是在医学领域内应用较广的一些标准和编码:

1. ICD-9 (International Classification of Diseases) 和 ICD-9-CM (International Classification of Diseases, 9th Revision, Clinical Modification)

ICD 是对病历抽象概念的原型编码系统。1900 年出版了第一版,以后每间隔约 10 年修订一次,ICD-9 是 1975 年在日内瓦会议上修订产生的疾病和死因分类的国际化标准,是世界卫生组织在欧洲早期制定的标准上拓展、细化、补充、修订形成的,整个标准的分类思想是按疾病病因而不是按疾病的特殊表现分类的,其目的是用于疾病率与死亡率的统计,也可用于医院临床的疾病诊断与手术操作的分类、存储、检索及统计应用。

ICD-9-CM 是 ICD-9 在美国的临床修订版。ICD-9-CM 更适合于临床的需要,是 DRG 分组的基础。

2. ICD-10 (国际疾病及健康相关问题统计分类,第 10 版) (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision)

ICD-10 是 1989 年在日内瓦会议上进行的第十次修订结果,它大大扩展了 ICD-9,疾病分类的数量与细致程度增加了,并且适应于流行病学及保健评估的需求,编码方式亦更加科学实用。1990 年,世界卫生组织的国际健康协会采纳了第十版 (ICD-10),ICD-10 目前在欧洲已得到广泛应用,但由于 ICD-9-CM 在美国已被嵌入众多的其他医院计价、补偿、财务系统中,因此美国国家卫生统计中心正在编制 ICD-10-CM。

ICD-10 的核心是三特征代码,这是国际通用报告代码的强制标准。四门及五位次级代码可用于很多方面,包括进一步分类,因此成为 ICD 事例的一部分。

3. ICPC 国际社区医疗分类 (the International Classification of Primary Care)

ICPC 是全科医生/家庭医生国际学院、大学和学会世界组织 (WONCA) 建立的,它不仅含有诊断编码,而且包含就诊原因、治疗原因和实验结果的代码。国际社区医疗分类 (ICPC) 是按二轴进行分类,一个轴是面向机体各系统 (器官和系统),以字符形式表示;另一个轴是医学组分编码,以数字形式表示。

4. DSM 精神疾病的诊断和统计手册 (Diagnostic and Statistical Manual)

DSM 是美国的精神疾病诊断标准和分类体系,除美国、加拿大使用外,英国、澳大利亚等英语国家亦普遍采用,并取得了多方面的成果。随着国际精神疾病研究的发展,越来越多的精神病学家认识到国际通用的诊断和分类系统、标准化精神状况检查工具以及统一的精神病学词汇的使用,对于促进国际间精神病学研究信息的交流和对精神疾病广泛而深入的研究有着至关重要的作用。第一版 (DSM-I) 于 1952 年出版。开发 DSM-II 时,决定以当时新开发的 ICD-8 为基础。这两个系统均在 1968 年生效。DSM-VI 则与 ICD-10 协调开发。

5. SNOMED 人类与兽类医学系统术语 (Systemized Nomenclature of Human and Veterinary Medicine)

SNOMED 支持疾病的多方面编码, 其第一版产生于 1975 年, 1979 年修订, 往往直接用于临床信息的表达。SNOMED 是多轴编码的医学命名系统, 国际 SNOMED 有 11 个轴或模块, 每个轴形成一个完整的等级分类系统, 而每一个轴可以用于描述同一个诊断, 例如肺 (解剖轴), 肉芽肿 (形态学轴), 结核分支杆菌 (病因学轴), 发热 (症状轴) 均加到肺结核 (诊断轴) 诊断上, 即: 肺结核 (D-14800) 也可用肺 (T-28000) + 肉芽肿 (M-44000) + 结核分支杆菌 (L-21801) + 发热 (F-03003) 表示。

6. CPT4 通用过程术语学 (Current Procedural Terminology, 4th Edition)

CPT4 是基于消费来定义诊断和治疗过程提供的编码策略, 是医院所使用的临床操作与提供服务的分类编码与术语标准。每年由美国医学会 (American Medical Association) 发布一次。在美国 HCFA 和多数医生账单的付款方均要求 CPT-4 (Form 1500), 同时也要求附加于 ICD-9 用于某些技术类传票上 (UB-92)。

CPT4 编码分为 6 个大类: 评价与管理, 麻醉学, 外科, 放射科, 病理/实验室和临床。在每一大类的内部编码均按一定的规律排列。例如麻醉编码顺序与身体部位有关, 像头、脖、胸等。而临床编码则一般是按专科 (眼科、心血管、呼吸等) 编排。

7. DRG 诊断相关分组 (Diagnosis Related Groups)

DRG 是以 ICD-9-CM 和 ICD-9 中未包括的其他要素为基础制订的, 是专门用于美国医疗保险预付款制度的分类编码标准。它根据病人的年龄、性别、住院天数、临床诊断、病症、手术、疾病严重程度及转归等因素把病人分入大约 500 个诊断相关组, 然后决定应该给医院多少补偿。DRG 也可用于预算中。

在美国基本的 DRG 编码是由 HCFA (Health Care Financing Administration, 卫生部财务管理署) 制定的, 世界上已有许多国家引进和修改 DRG 编码以适合本国的需要。

8. NDC 国家药品编码 (National Drug Codes)

NDC 是被美国联邦药品管理署要求使用的标准药品编码, 它包括了药品的许多细致的信息, 包括包装。到 1995 年该编码包括了 170 000 多条 NDC 编码。

NDC 的缺点是没有药品商品名与通用名的参照表。但有些第三方产品像 Multum, Micromedex, FirstDatabank, Medi-span 等可提供更为广泛的服务。

9. X12N

美国标准化委员会 (ASC, Accredited Standards Committee) 制定了一系列的用于各行各业电子数据交换 (EDI) 的标准, 其中 ASC-X12N 是专门制定用于保险业的标准。制定有关医疗保险的电子报表格式, 这些电子数据交换的标准会对医院信息系统的建设产生重大影响。

10. NANDA 北美护理诊断协会编码 (North American Nursing Diagnosis Association)

NANDA 码用来描述病人对疾病的反应, 而不是像 ICD-9-CM 那样着重描述疾病本身。NANDA 码很紧凑, 一共三四页, 它是按九个人体反应模型组织的, 即交换、交流、关系、评价、选择、感情、领悟、了解和感觉。

11. ASTM 制定的有关医疗的标准

ASTM (the American Society for Testing and Materials) 是现今世界上最大的标准化组

织之一。它已制定和广泛应用了许多与医疗事业相关的标准,例如:

E31.11 E1238-94 用于临床化验及检验信息交换的标准。

E31.15 著名的 Arden Syntax 标准,它所描述的是医学逻辑模型 (Medical Logic Modules)。实际上它是一种医学知识编码语言。每一个 MLM 均含有适用的逻辑导致做出单一的医学决策。MLM 被用于产生临床警告、解释、诊断、临床研究的筛选,质量控制和管理支持。

12. DICOM 医学数字化影像通信标准 (Digital Imaging and Communications in Medicine)

由美国放射学会 (ACR, American College of Radiology) 和国家电子制造商协会 (NEMA, National Electrical Manufacturers Association) 为主制定了一个专门用于数字化医学影像传输、显示、存储及安全等方面的标准,该标准产生于 1985 年,当前已修订为第三版并正式命名为 DICOM3。

DICOM3 已被全世界的医学影像设备制造商和医学信息系统开发商广泛接受,实际上成为全世界 PACS 系统普遍遵循的唯一标准。

13. HL7 医院电子信息交换标准 (Health Level 7)

HL7 是 1987 年开始发展起来的一个专门规范医疗机构用于临床信息,财务信息和管理信息电子信息交换的标准。它特别适合于解决不同厂商开发的医院信息系统、临床实验室系统及药学信息系统之间的互联问题。

1994 年 6 月 HL7 小组正式受美国国家标准化所委托设计 HL7 国家标准。目前使用的是 2.4 版。有超过 1500 所医院、专业组织、卫生行业以及几乎所有的卫生保健信息系统的开发者与供应商支持 HL7 标准。它们的目标是共同的:简化由不同的计算机应用厂商所提供的软件之间接口界面设计和实现的复杂性。HL7 是信息交换标准,信息表达的标准化、代码化是信息交换的基础。

14. UMLS 统一的医学语言系统 (Unified Medical Language System)

UMLS 是近年来美国政府投资,美国国立卫生院和国立医学图书馆承担的最重要的规模最大的医学信息标准化项目。

UMLS 试图帮助卫生专家和研究者从五花八门的信息资源中提取和集成电子生物医学信息。它可以解决类似概念的不同表达问题,可以使用户很容易地跨越在病案系统、文献摘要数据库、全文数据库及专家系统之间的屏障。UMLS 知识服务 (Knowledge Services) 还可以帮助数据的生成与索引服务。

Metathesaurus (UMLS 的一个产品) 提供了对 Mesh (医学主题词表), ICD-9-CM, SNOMED, CPT 和其他编码系统之间的交叉参照。

UMLS 本身不是标准,但提供了标准和其他数据和知识资源之间的交叉参照,它能帮助解决许多医学信息交换中的难题,因此它有极高的使用价值。

§ 1.2 医学信息系统和数字化医院

一、从 SARS 事件看医学信息系统

2003 年春季,突如其来的 SARS 疫情,使人们认识到信息化医疗体系的重要性。在防