

远程

医疗概论

白净 张永红 主编



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

远程医疗概论

白 净 张永红 主编

清华大学出版社

·(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书在国内外大量资料整理以及作者相关研究工作基础上介绍了有关远程医疗的定义、组成、支撑技术以及应用现状等。作为支撑技术,本书概述了可以应用于远程医疗的通信技术、网络技术和数据库技术,结合远程医疗的需求分析了这些技术的特征、适配性和选用原则。作为应用实例,介绍了远程医疗在诊断、治疗、监护、手术、医学教育和医学信息管理中的应用。其中部分章节,如远程监护、远程会诊、数据库技术等结合作者的研究工作作了较为详细的介绍,使读者可以对远程医疗及其技术要点和应用有一个系统的了解。

本书可以作为生物医学工程、医疗仪器、医疗信息技术等学科的研究、开发、教学、管理人员的参考书或教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

远程医疗概论/白净,张永红主编,一北京:清华大学出版社,2000

ISBN 7-302-04049-4

I. 远... II. ①白... ②张... III. 远距离医疗-概论 IV. R-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 72182 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京市清华园胶印厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:341 千字

版 次:2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-04049-4/R·9

印 数:0001~3000

定 价:20.00 元

前 言

当今世界上,无论是发达国家还是发展中国家,其医疗保健的状况都存在地域性不均衡发展。城市的医疗条件明显优于农村,中心区域的医疗条件明显优于边远地区。这不仅表现在医院规模和医疗设施的配置上,更主要的是表现在医疗专业人员资源分布的不均衡性。许多国家都为解决这种医疗条件的不平等问题作出了努力,但由于边远地区的环境往往使专业人员处于学术上难于提高的境地而不愿在此长期服务,因而导致本已缺少专业医务人员地区的此类人员数目进一步减少,这成为世界性的难以解决的问题。

在这种形势下,远程医疗无疑为解决这一问题提供了一条可能的出路,因而受到各国政府的重视。同时,随着信息化社会的进程,远程医疗亦为医疗资源世界范围的共享展示了美好的前景,引起了公众的广泛兴趣与关注。如果说,“远程医疗”一词在几年前对许多人都是陌生的话,那么,在几年后的今天,“远程医疗”一词已达到几乎家喻户晓的程度。然而,对远程医疗的理解,特别是对其技术内涵的了解却不尽相同。

本书作者已在远程医疗领域从事多年研究和开发工作,对本领域有一些粗浅的认识,希望通过此书与正在和将要从事远程医疗领域的研究、开发、应用的同仁交流有关的认识与经验,共同将我国的远程医疗事业推向前进。

本书介绍了有关远程医疗的概念和相关技术,回顾了远程医疗的发展简史,并通过部分实例说明其在医疗的各个领域的应用现状,其中也融入了作者近年来的部分工作结果。

本书共分8章。第1章由白净和张永红编写,主要介绍远程医疗的历史、现状及其发展前景。第2章由白净编写,主要论述远程医疗的基本定义和系统结构。第3章由温凌锋和林建武编写,主要介绍远程医疗所依托的通信技术。第4章由张永红编写,主要介绍远程监护技术和应用现状。第5章由白净、仇安琪和戴兵编写,主要介绍远程会诊、咨询、手术等方面的应用。第6章由高天欣编写,介绍了远程医学教育及医护人员继续教育方面的应用实例。第7章由刘晓冬编写,论述了为远程医疗服务的医学信息管理的概念、方法与应用。第8章由张永红编写,集中介绍了远程医疗的另一个重要的应用领域,即医学影像的归档与通信系统的构成和工程体系。书中的部分插图由陈楹绘制。全书成稿前又经白净和张永红进行了加工整理。由于本书作者们学识有限,编写时间亦较为仓促,书中难免会有许多不妥或错误之处,请读者多多指教。

清华大学出版社的王一玲老师为本书的出版付出了大量的心血,清华大学电机系生物医学工程专业远程医疗课题组的其他师生也为本书的出版提供了许多帮助和支持,在此一并表示谢意。

白 净

1999年12月25日

目 录

前 言

第 1 章 绪论	1
1.1 远程医疗发展简史	1
1.2 国内外远程医疗的研究应用现状	3
1.2.1 远程放射学和 PACS 系统	4
1.2.2 远程会诊和远程诊断	5
1.2.3 远程监护和家庭护理技术	7
1.2.4 远程教育	9
1.2.5 医院信息系统	9
1.3 前景展望	10
第 2 章 远程医疗的目的、定义、构架及支撑技术	12
2.1 远程医疗的目的和意义	12
2.2 远程医疗的定义和组成	12
2.3 远程医疗的支撑技术	14
第 3 章 信息交流网络	18
3.1 基本概念	18
3.1.1 信息交流网络的定义	18
3.1.2 传输线路	21
3.1.3 通信线路的连接方式和通信方式	23
3.2 电话通信网	24
3.2.1 电话通信网概念	25
3.2.2 调制解调器	26
3.3 计算机通信网	28
3.3.1 计算机通信网概念	28
3.3.2 网络连接	30
3.3.3 网络适配器	35
3.3.4 数据发送	36
3.3.5 广域网	37
3.4 无线通信网	38
3.4.1 短波通信	38
3.4.2 微波中继通信	39

3.4.3	卫星通信	40
3.4.4	移动通信	42
3.5	公用数据通信网	44
3.5.1	概述	44
3.5.2	公用数据通信网的交换方式	45
3.5.3	分组交换网	47
3.6	综合业务数字网	50
3.6.1	概述	50
3.6.2	综合数字网	51
3.6.3	综合业务数字网	51
3.6.4	B-ISDN	55
第4章	远程监护	57
4.1	远程监护	57
4.1.1	远程监护概念	57
4.1.2	远程监护的意义	57
4.1.3	远程监护技术的主要应用领域	58
4.2	家庭医疗保健	61
4.2.1	家庭医疗保健工程(HHCE)	61
4.2.2	HHCE兴起的背景	62
4.2.3	HHCE国内外发展现状	62
4.2.4	家庭健康监护	66
4.3	应用举例——清华大学的家庭心电/血压远程监护系统	68
4.3.1	项目研究背景	68
4.3.2	系统总体思路	68
4.3.3	技术方案与实现	70
4.3.4	临床应用	86
4.3.5	目前研究进展	88
4.4	远程监护系统	88
第5章	远程诊治	91
5.1	为特殊目的服务的远程诊断与治疗系统	91
5.1.1	旅行人员的急症诊断系统	92
5.1.2	急救车载远程诊断系统	93
5.1.3	专门为医生设计的便携式传呼诊断系统	94
5.1.4	精神病的远程诊治系统	95
5.2	远程会诊系统	96
5.2.1	医学会诊系统的总体结构与功能	98
5.2.2	会诊系统的三种状态	100

5.2.3	会诊服务器	102
5.2.4	系统的数据流	103
5.2.5	界面设计与实现	109
5.3	远程咨询	113
5.3.1	远程病理咨询	114
5.3.2	医学影像咨询	114
5.3.3	社区诊所与中心医院间的远程咨询	115
5.4	远程手术	117
5.4.1	医疗外科机器人手术	117
5.4.2	远程出席指导手术	121
第 6 章	远程教育	124
6.1	医护人员的基础教育	124
6.2	医护人员的继续教育	129
6.3	网上教育与知识共享	131
6.3.1	网上医学信息数据库的共享	131
6.3.2	网上生物医学文献的信息共享	131
6.3.3	网上学术交流与资源共享	132
6.3.4	网上培训	132
6.4	国民医疗保健教育	132
第 7 章	用于远程医疗的医学信息系统	135
7.1	医学信息系统的基本概念	135
7.1.1	医学信息系统概述	135
7.1.2	数据编码与分类	137
7.1.3	数据库系统概述	138
7.1.4	生物医学统计	140
7.1.5	电子病历	141
7.2	临床信息系统	142
7.2.1	临床科室信息系统	142
7.2.2	辅助科室信息系统	143
7.2.3	临床护理信息系统	143
7.2.4	实例——家庭护理工程的医学管理信息系统	144
7.3	医学咨询系统	145
7.3.1	医学决策支持系统	145
7.3.2	医学专家系统	147
7.3.3	实例——基于 Chinanet 的医学信息咨询平台	148
7.4	医院信息系统	149
7.4.1	医院信息系统开发	149

7.4.2	医院信息系统的发展历史	156
7.4.3	医院信息系统的概念、结构与集成	159
7.4.4	两个医院信息系统实例	161
7.5	医学信息系统方法学	165
7.5.1	人机工程学方法	165
7.5.2	医学信息系统的安全性	166
7.5.3	医学信息系统通用化	167
7.5.4	信息系统开发的质量管理	169
第8章	PACS 系统	173
8.1	PACS 概述	173
8.1.1	PACS 的产生及其发展历史	173
8.1.2	与 PACS 相关的几个医学信息系统	174
8.1.3	决定 PACS 系统性能指标的主要技术	175
8.2	PACS 系统组成	176
8.2.1	数据和图像的获取	176
8.2.2	PACS 控制器	176
8.2.3	显示工作站	177
8.2.4	网络系统	177
8.3	图像数据的获取	177
8.3.1	医学成像方法	177
8.3.2	数字化图像的获取方法	178
8.3.3	图像和数据接口的工业标准	179
8.3.4	图像的自动采集	181
8.3.5	图像预处理	184
8.3.6	图像压缩	185
8.4	PACS 通信网络	186
8.4.1	应用背景	186
8.4.2	设计要点	187
8.4.3	PACS 网络设计	188
8.5	PACS 中心节点	188
8.5.1	图像存储管理系统设计	189
8.5.2	系统结构	191
8.5.3	系统软件	192
8.5.4	数据库集成	194
8.6	图像显示与信息提取	196
8.6.1	显示工作站硬件配置	196
8.6.2	图像显示和处理	197
8.6.3	信息提取和显示	200

8.7	PACS 系统的实现	202
8.7.1	PACS 实现策略	202
8.7.2	应用举例	203
8.8	远程放射学	209
8.8.1	远程放射学定义及发展	209
8.8.2	系统结构和组成	211
8.8.3	服务模式和应用模型	212
8.8.4	应用实例——DEPRAD 系统	214
8.9	PACS 的发展	216
8.9.1	发展趋势	216
8.9.2	我国发展策略	217

第 1 章 绪 论

世界卫生组织将“2000 年人人享有保健”作为目标,我国政府也对实现这一目标作出了承诺。为了达到这一目标,我们所面临的主要问题有:由地区差异、贫富差异、种族差异而造成的医疗不平等,医疗费用问题,老龄化社会所带来的新的保健需求问题等。上述问题并非我国的特殊问题,而是世界性(包括发达国家在内)的普遍问题。远程医疗为解决上述问题提供了可能途径。远程医疗不仅可以减少医护人员和病人及家属的路途奔波,还可使医疗资源得到共享,从而缩小由于地区、贫富、种族不同而形成的医疗条件的差别,减少医疗费用,提高医疗效率和质量,特别是在急救方面,可以提供更及时和有效的救护,减少死亡率和提高治疗的效率。正因为如此,近年来,远程医疗已在世界范围内引起了普遍重视。

信息化热潮是本世纪末的重要特征。随着信息化社会的进程,人们的生活和生产方式正在产生巨大的变革,医疗保健的观念和方式亦随之发生了根本性的变化,其中远程医疗技术的发展和运用已成为一个引人注目的热点,它所提供的服务涉及医学的各个领域,如诊断、治疗、手术、监护、家庭医疗保健、医学信息和图像的归档、传输与处理、医学教育和培训、病例研讨、学术交流等等,正在形成跨世纪的医疗新模式。

1.1 远程医疗发展简史

据记载,最早的远程医疗应用要算创立于 1935 年的为远航船舶上的海员及乘客提供应急医疗咨询的无线电台服务。该服务通过无线电台方式为漂泊海上的远航人员提供了数十年的医疗咨询服务,并仍在继续发挥作用。

除海上服务之外,据有关专家分析,远程医疗的发展已有 30 多年的历史,回顾一下可划分为四个阶段。按照各个发展阶段特征,我们分别称之为初始阶段、交流阶段、革新阶段和热潮阶段。

初始阶段是 20 世纪 60 年代中至 60 年代末。此期间美国航空航天管理局(NASA)为了监测在航天飞行器中执行任务的宇航员的生命指标建立了一套远程监测系统。此阶段临床应用方面的第一阶段工作是由美国国家心理健康研究所资助的项目。为了解决精神病患者的医疗困难问题,1964 年该项目在相距 112 英里的 Nebraska 精神病院和 Norfolk 州立医院之间通过建立闭路电视网实现了远程医疗。该项目旨在研究双向临床诊断信息通过视频设备和微波链路传播的可行性。当时,这一系统仅限于在精神病咨询和入院管理方面的应用。继此之后,1967 年,由美国公共卫生服务部门资助的第二个交互式电视环路在麻省总医院和波士顿的 Logan 国际机场建成。可以说,这一系统是第一个将远程医疗用于临床诊断和治疗的实例。这一系统的应用证实,利用远程通信手段可进行基于远程放

射学、远程听诊、远程叩诊、远程语言学习、精神和皮肤状况分析等方面的有效诊治。上述尝试性工作为美国联邦政府支持和鼓励进一步的有关远程医疗的研究奠定了基础。

采用闭路电视网的远程医疗方式有很多优点,但在当时的条件下尚难于推广应用。因此,接下来的交流阶段考察比较了闭路电视和电话两种信息交流方式。交流阶段是 20 世纪 60 年代末至 70 年代中期。这一阶段的特点是医务工作者采用远程通信的方式交换信息和交流经验。此期间有七个项目由美国卫生、教育、福利部资助,有两个项目由美国国家基金会资助。其研究重点在于远程医疗的组织形式、实施环境、人力需求以及非医护人员在其中的作用等方面,还作了远程医疗可行性的评估,包括其对于整个社会的作用等。研究结果并没有得出结论性的认识,然而,经比较认为,在当时情况下采用电话进行通信比闭路电视更实际。

因为远程医疗为解决边远地区医护人员缺乏问题提供了可能,也有可能减少就医的交通费用以及提供更及时的诊治,于是,西方一些国家将其视为医疗模式变革的途径,希望借此解决医疗资源不均衡和医疗费用持续上涨的两大难题。自 70 年代中后期开始,一些发达国家开始立项研究其运作模式及可行性,此阶段称为革新阶段。革新阶段经历了近 20 年时间。这一阶段的工作基本是在政府资助下进行的,其主要目的是将远程医疗作为医疗革新的途径,通过试点评估其可行性和经济政策。此期间美国和欧洲建立了多个远程医疗试点网,并通过这些点的运作探索经验,其应用包括急救、教育、边远地区医疗咨询等。

直至 90 年代初,随着世界范围信息联网的升温,远程医疗也被列入了各国信息基础设施建设的计划,步入了热潮阶段。通过美国国立医学图书馆的医学文献检索,telemedicine 一词于 1974 年首次出现,但直至 1991 年的 18 年中,仅有 49 篇文献收录。此后,情况发生了突变,1992 年收录 39 篇,1995 年收录达 143 篇。根据采用 telemedicine 作为主题词对 SCI 和 EI 文献库检索的结果(如图 1.1 所示),国际上有关远程医疗的论文自 1995 年始呈直线增长。同时,以远程医疗为专题的国际学术研讨会议也纷纷在欧洲和美洲举办,很多大学及医学院还成立了远程医疗系以集中研究与远程医疗相关的技术并培养这方面的专门人才。在此蓬勃发展形势下,一批专门刊载远程医疗的学术刊物应运而生,其中包括美国 1995 年创刊的远程医疗期刊(J. Telemedicine)、英国皇家医学会 1995 年创刊的远程医疗保健期刊(Telemedicine and Telecare J)、美国电气工程师学会 1997 年创办的新汇刊(IEEE Trans Information Technology in Biomedicine)等。90 年代中期以

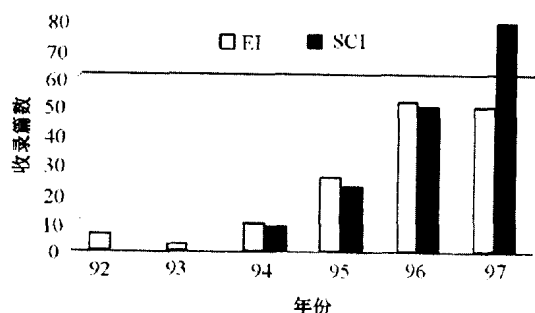


图 1.1 论文统计

来,随着我国信息化社会的建设步伐,远程医疗亦吸引了政府和民间各界的广泛关注,政府资助的“金卫工程”以及大批经营远程心脏监测的企业如雨后春笋般发展起来,我国的电视、广播、报纸杂志也常见有关远程医疗的新闻报道,反映了我国业已投入到远程医疗的热潮之中。

1.2 国内外远程医疗的研究应用现状

如前所述,远程医疗的研究与应用工作一般认为是从 20 世纪 60 年代开始的,主要通过电话网和有线电视网传送从文字到视频图像信息,供医生间交流信息,或向专家进行病案咨询以辅助诊断。远程医疗在三十多年的发展中,运用了传真、电话、无线电通信到静止图像和实时交互电视技术,以及虚拟现实和远程机器人等一系列新的通信技术和电子学技术,并与医疗保健技术相结合,形成了许多新的研究方向,其中相当一部分研究由政府资助。

开展远程医疗较早的是欧美各国,其中除前面介绍的美国情况外,欧共体在 1986 年设置的研究基金 AIM(Advanced Informatics in Medicine)主要用于资助有关远程医疗的项目。已经实施的有法国的流行病统计网、葡萄牙采用个人电脑开发的医院间脑电图传输系统、西班牙的远程血压监测系统和危急报警系统等。英国的布法罗大学等还成立了远程医疗系专门从事这方面研究。据 1996 年的统计数字,欧洲已有 17 国建立了远程医疗系统。与此同时,欧美的许多公司也纷纷将远程医疗作为其发展领域,其中包括 HP, IBM, Intel 等大公司,也不乏一批中小公司介入其中。

其他国家目前也在争相投入人力物力开发远程医疗系统。例如,澳大利亚因其地广人稀而积极发展远程医疗,加拿大每年举办一次远程医疗的学术年会(TeleHealth in Canada),俄罗斯与美国联手建立了为支持发展中国家医疗保健的借助卫星的远程医疗计划(Satellife),以色列推出一系列远程心脏监测产品(如 Card Guard),拉丁美洲也和美国建立了远程医疗伙伴,通过一个称为 Studio-Clinics 的远程医疗所将本地获取的检测信息发送至美国的医院以获得美国专家的诊断意见。同时,日本、韩国、墨西哥、肯尼亚、纳米比亚也先后开展了远程医疗的研究与应用,其中日本主要侧重于家庭健康检测管理和远程手术等方面。

进入 20 世纪 90 年代后,我国大力发展了通信和信息联网的基础设施建设,为发展远程医疗创造了条件。自 90 年代中期开始,在“金卫工程”的带动下,远程医疗的项目纷纷上马。我国较早开展的应用包括远程会诊和心脏监测两方面。远程会诊首先在著名大医院与地区医院之间开通,此外还力图藉此对疑难病症获取国际专家的辅助意见。目前已见诸报道的有上海华山、北京协和、北京医院、301 医院、中日友好医院,以及深圳、广州、辽宁阜新等。会诊用的设备和技术基本上由国外引进。为抢占这一市场,许多公司积极介入,其中包括惠普、IBM、四通、Intel 等。心脏监测则在技术引进的同时亦发展了国产体系,包括卡迪欧公司开发的“护心神”系列产品、珠海中立电子公司开发的“院外心脏病集群监护系统”、清华大学开发的“远程心电/血压家庭监护系统”、亚洲仿真控制系统工程有限公司开发的“亚仿生命卡”等等。

目前,远程医疗已覆盖临床医学的多数学科,包括内科、外科、妇科、儿科、康复、护理、监护、影像、口腔、五官、精神病、皮肤科、心理学、医学教育等。医学界、工程界都有越来越多的人加入远程医疗的行列。

尽管远程医疗已进入热潮阶段,其所涉及的相关技术已日趋成熟,然而,远程医疗毕竟还是一个新兴的研究领域,如何利用现有技术解决其所面临的种种问题并推广应用还有很多问题有待进一步研究。这里将简单介绍远程医疗当前的几个研究热点,有关的详细论述将在本书的后续章节中给出。

1.2.1 远程放射学和 PACS 系统

远程放射学(teleradiology)和 PACS(Picture Archiving and Communication System)系统是为了解决医学影像的有效管理和及时调用而提出的系统,是远程医疗中两个紧密联系的研究热点。

PACS 系统是专门为图像管理而设计的图像存档和传输系统,它受多种技术的影响,如计算机技术、通信技术、存储媒介、数据识别、显示技术、图像的压缩、人工智能、通信的标准化接口、软件有效性、系统集成等。目前 PACS 系统中的四个重要研究领域为系统结构设计、网络通信、数据库集成和访问、数据和知识的获取。系统设计中要注重系统的标准化、开放性和系统之间的互联性。国际上的两个通用标准分别为图像格式的 DICOM3 标准(Digital Imaging and Communication in Medicine 3)和病人数据的 HL7 标准(Health Level 7)。只有标准化的系统才可以保证系统的开放性和系统之间的互联性。

在进行远程会诊或远程教学时,常需要将多幅图像进行对比,因此,PACS 系统对网络的要求较高,一般要求宽带网络。目前,初步的临床测试表明,应用 TCP/IP 的 ATM(Asynchronous Transfer Mode)在局域网和广域网上传送速率能达到 60Mbps,即传送一幅大小为 10Mbyte($2k \times 2.5k \times 2k$)的数字化胸片需要 1.3s,传送一幅大小为 40Mbyte 的 CT 图像需要 5.3s。

数据库的集成和访问与从数据库中获取数据和知识是密切关联的两个研究领域。放射科医生、研究人员和医学教师使用医院信息系统和远程放射学中的不同类型的数据,从位于不同硬件平台上的数据库中获取的数据需要在不同的软件下显示,因此,如何集成这些数据库并从中获取数据和知识是远程医学中的一个重要的课题。因此,PACS 系统的发展趋势是系统的集成,特别要重视医疗保健意义上的系统集成(HI-PACS,Health Care-Integrated PACS)。

在医院中建成一个 PACS 系统的价格非常昂贵。为了建设 PACS 系统,要求:① 医院现有的各种成像设备具有符合国际标准(DICOM3)的接口;② 建立一个高速宽带局域网;③ 有数字化数据和图像的海量存储库;④ 有图像处理工作站和位于不同科室的图形终端;⑤ 有对非数字化图像进行数字化处理的设备;⑥ 有软件系统,包括数据库管理和终端控制系统。

欧美和日本等发达国家的 PACS 系统研究较早,具备 PACS 系统的医院较多。文献表明,到 1995 年日本已经有 250 多个 PACS 系统,其中具有 15 个图形显示终端的大型 PACS 系统 8 个,图形显示终端数在 5 至 13 之间的中型 PACS 系统 17 个,余下的约 90%

为终端个数不超过 4 的小型 PACS 系统。

远程放射学和 PACS 系统运用相同的技术。远程放射学主要管理的是放射图像。它既可以简单地将检测端获得的图像传送到影像专家家中快速浏览,也可以在控制端和专家所在的中心站设置待传送图像大小和选择数据进行网络传送等复杂工作。之后,中心站就可以完成远程诊断、远程会诊和远程管理等工作。在远程放射学中,图像压缩是降低通信费用的重要因素。

远程放射学中,如果传送时间不是至关重要的因素,可以用较低的通信网实现图像的远距离传送,如将图像送到影像专家家中浏览,图像在医院之间的传送等。在瑞士,人们将窄带 ISDN(速率为 64kbps)用于这种对传送时间要求不高的场合。

1.2.2 远程会诊和远程诊断

远程会诊(teleconsultation)和远程诊断(telediagnosis)是远程医疗研究中应用得最广泛的技术,在提高边远地区医疗水平,对灾难中的受伤者实施紧急救助方面具有重要作用。

远程会诊是参加会诊的专家对病人的医学图像和初步的诊断结果进行交互式讨论,其目的是给远地医生提供参考意见,帮助远地医生得出正确的诊断结果。在这个过程中,具有双向的同步音频和视频信号的视频会议系统是支持专家间语言的和非语言的面对面对话的重要工具。由于视频仅用于讨论,因此,对视频图像质量要求不高,而音频信号要求清晰,没有延迟。远程会议系统的一个例子是连接美国的 Washington, Alaska, Montana 和 Idaho 四州的农村远程医疗网,每个州的一个诊所配备一台基于 PC 的会议系统,包括一个数字扩音器、一台传真机、一台数字录像机、一台 X 光数字化仪和一台监视器。远地诊所医生就能与位于华盛顿医疗中心具备相似会议系统的专家进行远程会诊。目前,远程会诊系统的会诊专家能在看和交谈的同时向远端传送图像和其他文件,并使用电子白板传送文字信息和图像。

远程诊断是医生通过对远地病人的图像和其他信息进行分析作出诊断结果,即最后的诊断结论是由与病人处于不同地方的远地医生作出的。远程会诊与远程诊断的显著区别在于远程诊断对医学图像的要求较高,即要求经过远程医疗系统经图像识别、图像压缩、处理和显示的医学图像不能有明显的失真。远程诊断系统有同步(交互式)和异步之分。同步系统具有与远程会诊系统类似的视频会议和文件共享的设备,但是要求更高的通信带宽以支持传送交互式图像和实时的高质量诊断图像。异步的远程诊断系统基于存储转发机制,各种信息,如图像、视频、音频和文字组成一种多媒体电子邮件,并在方便的时候发送给专家;专家将诊断结论发给相关的医护人员。在远程诊断使用不多的场合,异步远程诊断系统可降低对带宽的要求,可采用比同步远程诊断和远程会诊低的通信网络。

远程诊断在外伤严重的紧急情况下可用于决定是否需要转移病人。80 年代 NASA 在远程医疗方面建立的第一个国际性研究项目 Armernia/Ufa 的 Spacebridge 计划,主要研究在发生灾难时运用远程医疗技术对受伤者实施紧急救助。这项计划在 1989 年 Armernia 地震和 Ufa 天然气大爆炸后及时救助受伤者方面起到了重要作用。在海湾战争中,依靠远程诊断的结果决定受伤的士兵是在战场治疗还是要送到配备计算机断层扫描

成像设备的后方医院。类似地,外伤专家在紧急情况下通过远程诊断决定病人是否有必要立即由远地急救室送往大的急救中心。以上两种情况需要具备快速获取图像和相关信息的能力。此外,远程诊断也用于一些特殊的场合,如监狱,能减少押送犯人到医院所需的人力和物力花费。

欧美等国家都将远程医疗作为医疗改革,解决边远地区医疗资源缺乏的方案。在政府资助的各种研究计划中常常需要将远程会诊和远程诊断集成在一起使用。如英国的SAVIOUR项目,是从1993年11月开始实施的,其目的是通过建立远程医疗试点来证明通过实施远程医疗提高广大偏远农村的医疗水平。其具体做法是,在中心地区设立一个中心医院,在偏远农村设立四个当地中心,中心医院与四个当地中心之间的通信采用窄带ISDN(128kbps)完成远距离通信,中心医院内部采用较高的局域网。在某些偏远地区也采用便携卫星接受器。整个远程医疗系统包括以下部分:① 视频电话,使参加远程会诊各方人员能进行面对面的讨论;② 远程出席系统,使在中心医院的专家能够从远端医生或护理人员的“肩膀上”看到他对当地病人的检查并进行指导;③ 远程放射学,在许多场合X光片是一个重要的诊断依据。当地的医护人员使用数字化仪和具有高分辨率显示的计算机将放射影像数字化并通过通信网传送给中心医院,然后专家对图像进行讨论;④ 重要生理参数的远程监护,如ECG远程监护是将本地的ECG信号通过PC机的数据口经过ISDN送到中心医院。到1996年的实施结果表明,当偏远农村需要紧急救护时,SAVIOUR系统能提供及时医疗指导,对危急病人马上送往中心医院抢救,其他病人留在当地处理,减少转院病人的数量并为及时准确治疗赢得了时间。在远程会诊中远程放射学提供的影像是一个重要信息,因此,对图像质量要求较高。

在实际中经常综合应用远程会诊和远程诊断技术于临床的不同学科,形成了远程医疗的不同应用。远程病理学能使病理学家在远地观察显微镜下的组织。在某些情况下,病理学家在观察显微镜下的活体组织是否具有癌组织特征,而此时病人正麻醉在手术台上等待是否需要取更多的活体组织。运用交互式远程病理学,病理学家能在远程控制显微镜(聚焦、移动支架、放大和图像捕获)下同时观察通过装在远地显微镜上的摄像镜头摄取和传送到的图像。在非交互远程病理学中,一幅检测总图和从1000幅细致图像中选择10~20幅由显微镜上的摄像镜头摄取的图像,可传送给远地的病理学家检查。而远程皮肤病学与远程病理学类似,只是图像不同,一个是病人的皮肤,一个为显微镜下的样本。远程内窥镜检查技术与上面两项远程诊断技术类似,本地专家通过观察由远地内窥镜上的微型摄像头摄取和传送到的图像指导远地医生的操作。远程精神病学是较早的远程医疗应用领域,一般通过交互电视系统进行远程诊断和远程会诊,包括一套同步双向的视频和音频会议系统和一个能远程控制的摄像机。在精神病的远程诊断中,医生注意的是病人的动作变化,因此,要求画面的实时性,而对画面的分辨率没有很高的要求。远程心脏病学中常需要传送心脏图像,如果是超声图像,则要求实时传送一系列动态图像到专家所在地,专家根据接受的图像指导远端医护人员的操作。

我国在远程会诊方面的较早的工作是上海医疗卫星会诊中心。该中心于1996年底正式开通并由上海华山医院与安徽巢湖地区人民医院通过卫星实行会诊。同年,我国北方首家远程医疗网络会诊中心在辽宁省阜新市建成开通并已加入国际计算机网络,可提供国

际卫生组织医学情报、学术交流、病历讨论和诊断。1997年4月,北京协和医院与美国医学专家通过电视会议系统为一名中国男孩进行了成功的会诊。因而,我国远程会诊的实施和应用已揭开了帷幕。

运用当前迅速发展的虚拟现实技术出现了远程出席和远程手术等新的研究。远程出席(telepresent)系统使在中心医院的专家能够从远端医生或护理人员的“肩膀上”看到他对当地病人的检查。远地护理人员要佩带一个特殊头盔,头盔上有一个微型视频摄像头、麦克风、耳机和一个微型屏幕。视频和音频信号通过头盔传送到中心医院,专家能与远地护理人员交谈并指导远地检查。远程手术(telesurgery)系统运用遥感和机器人等技术使专家能看到手术现场,并根据专家的手术动作控制远地的机器人或机器手的动作对远地病人做手术。据报道,日本东京大学和冈山大学医学部远程控制的血管缝合机器人,通过老鼠实验实现了直径1毫米血管的远程操作缝合手术。

1.2.3 远程监护和家庭护理技术

远程监护(telemonitoring)和家庭护理(HHC, Home Health Care)技术是近年来远程医疗非常重要的一个研究领域,但在远程医疗中又是一个相对薄弱的研究领域。

远程监护提供了一种通过对生理参数进行连续监测来研究远地对象生理功能的方法。美国航天局20世纪70年代运用远程监护技术对太空中的宇航员进行生理参数监测。目前美国军方正在研究一种供战时使用的人体状态监护仪(PSM, Personnel Status Monitor),这种微型仪器由士兵携带,用于监护佩带者的呼吸、体温、心率和和其他生理参数,其作用在于估计受伤者是否活着并可确定受伤者所在地。PSM的通信方式是采用突发的发射方式以迷惑敌人,并运用传感技术监护血压和其他血参数、心电图等重要生理参数。现在远程测量和远程监护技术广泛地应用于家庭护理和急救系统中。

家庭护理技术是运用远程监护技术对家中患者的重要参数进行监测,并在发生意外时实施紧急救助。家庭监护中运用远程测量或远程监护技术,一般采用便利的、便宜的通信方式,如普通电话、N-ISDN、电视和交互电视。目前家庭护理系统研究的服务对象主要为:①手术后在家中的恢复病人;②残疾人和老年人;③高发病人群的家庭监护;④健康人的家庭监护。

家庭护理的早期研究对象是做过肺部手术和心脏手术,特别是心脏或肺移植手术的病人,研究中采用电子仪器记录、存储病人在家中每天的肺活量数据和其他重要的生理参数,并周期地将数据送往诊所,研究证明测量数据是有效和可信的,这种家庭监护方法对这些病人进行肺功能监护是有效的。另一个研究是将心脏手术后的病人随机分为两组,一组病人在医院恢复,另一组病人采用电话监护技术在家中恢复。结果表明,两组病人在心脏功能恢复上没有差别。这个研究为以后的病人手术后提前出院研究提供了基础,其意义在于减少病人在医院停留时间,提高病床使用效率。

家庭护理中一个重要应用是对家中患者,特别是患有心脏病、高血压病和糖尿病等慢性疾病病人以及产妇、胎儿和新生儿的病理参数进行监护,有助于病情恶化的早期预报并在病情突然恶化时向医疗中心报警以获得及时救助。

由于心脏病发病时一般具有突发性和危险性的特点,因此,将心电图的远程监护和报

警作为家庭监护的一个重要应用。目前研究的家庭心电图远程监护报警系统一般有两种类型:①心电 BP 机系统。BP 机系统的家庭端一般包括一个类似 BP 机大小的心电图监护记录单元和一个通信单元。监护记录单元的功能是对佩带者的心电图进行监护。当发现心电异常或佩带者感到不适时按下按钮可记录下 6 秒到 240 秒的心电图,然后使用者将监护记录单元放在通信单元上将记录的心电图通过接口转换经电话线送往医院。位于医院或诊所的中心端一般为一台计算机,能完成一对一的心电图接收、显示、归档等管理功能。传输方式基本为声耦合方式,即将 0.5Hz~100Hz 的心电图经过频率调制到语音频段后再通过电话话筒送出,在医院中心经过反变换恢复心电图数据。目前市场上的心电图远程监护大多为这类系统,包括以色列 SHAHAL 医疗服务公司的电话传输心电图监护系统、以色列 Card Guard 公司的 Card Guard 系列心电监护系统、以色列 TIE 公司的 Aerotel 电话传输心电图系统、美国的 HeartFAX,HeartMirror,HeartView 系列心电监护产品、瑞典的 Caliber Trigger Monitor 系统和国内珠海中立电子公司生产的院外心脏病集群监护系统、“护心神”电话传输心脏监护系统。②心电长时间实时监护系统,如清华大学研制的家庭心电/血压监护网系统。该系统的家庭端单元由一个便携式心电检测仪和一台智能心电实时监护仪器构成。检测仪以无线电方式发送的心电图由智能心电监护仪接收并对接收的心电图进行实时处理。当异常心电图超过报警阈值时自动拨号将当时的心电图通过调制解调器实时送往医院。该系统在病人不适时具有手动按键报警功能和类似 Holter 的心电图长时间记录发送功能。清华大学的家庭心电/血压监护网系统除了具有心电图远程监护功能外,还可以配备血压计实现血压的远程监护。位于医院的中心端是一台基于 UNIX 操作系统的工作站,能实现同时对多个家中患者的心电图进行实时监护、归档、信号处理和病案管理等功能。

除了心电图远程监护外,对其他重要生理参数的远程监护系统有:以色列 SHAHAL 公司和 Card Guard 公司的血压远程监护和呼吸远程监护、清华大学的家庭血压远程监护、以色列 Card Guard 公司的胎儿监护。以色列 Card Guard 公司目前正在研制一种微型心电图远程监护系统。该系统的便携部分只有一个心电电极大,却能完成心电图连续长时间监护。当检测的异常心电图超过阈值时能自动拨号将异常心电图送到中心端。

由于心理或生理上的压力,有相当一部分人在医院测量的数据与在他熟悉的环境中测量的数据有本质上的差别。研究表明,20%的被认为患有高血压病并认为有可能导致心脏病的人在真正放松下来时没有高血压。最近的研究证明,临床上被诊断为患有高血压并有可能诱发心脏病的孕妇在家中做 24 小时血压监护时发现仅有三分之一孕妇的监护结果与临床诊断一致。英国牛津大学的 Johnson 教授采用远程监护方法让孕妇和胎儿在放松的状态下在家中检测血压、血氧、心电图等重要生理指标,有助于对孕妇、胎儿和新生儿病情确诊和疾病的早期预报。

对残疾人和老年人家庭远程监护以提高他们的日常生活独立性和生活质量,是家庭远程监护的另一个重要内容。英国的一个研究小组研究在家中不同地方放置各种传感器,通过电话远程监护残疾人和老年人在家中的穿衣、吃饭、洗澡等日常生活活动来判断其生活情况。德国的一个研究小组则通过宽带视频通信远程监护家中老人的生活情况,采用面