

地理信息系统在医疗卫生领域应用研究进展^{*}

高 倩

王 勇 徐燎宇

(上海中医药大学 上海 201203)

(上海市中医文献馆 上海 200020)

〔摘要〕 介绍地理信息系统概念和功能,从传染性疾病、慢性非传染性疾病、中药资源、突发公共卫生事件和卫生资源配置几方面阐述地理信息系统在医疗卫生领域的应用情况,为相关研究提供参考。

〔关键词〕 地理信息系统;医疗卫生;应用

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2020.05.009

Study Progress of the Application of Geographic Information System in the Field of Medical and Health Care GAO Qian, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China; WANG Yong, XU Liaoyu, Shanghai Literature Institute of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200020, China

〔Abstract〕 The paper introduces the concept and functions of Geographic Information System (GIS), expounds on the application status of GIS in the field of medical and health care from aspects of infectious diseases, chronic non-infectious diseases, Traditional Chinese Medicine (TCM) resources, public health emergencies and health resources allocation, so as to provide references for related study.

〔Keywords〕 Geographic Information System (GIS); medical and health care; application

〔修回日期〕 2019-11-15

〔作者简介〕 高倩,硕士;通讯作者:徐燎宇,主任医师,硕士生导师,发表论文 37 篇。

〔基金项目〕 上海市社科规划一般课题项目“‘健康上海 2030’战略背景下的基层中医药服务供给优化研究”(项目编号:2018BGL020);上海市卫生和计划生育委员会科研课题“分级诊疗制度下的基层中医药健康服务供给优化研究”(项目编号:201740022);上海市中医药科技创新项目“中医馆临床智能决策云平台”(项目编号:ZYKC201601022)。

1 引言

医学领域中的许多数据大多与地理位置相关,如医疗机构位置、疾病空间分布、环境污染来源等。随着信息技术的发展,与医学相关的地理信息系统(Geographic Information System, GIS)应运而生,对医学数据空间分析大有裨益。近年来 GIS 越来越多地应用于公共卫生和健康领域,如中国重要自然疫源地地理信息系统^[1]、中国重大传染病疫情预警系统等。

2 地理信息系统概述

2.1 起源

一直以来纸质地图是描述、储存和传送空间信息的主要工具。20 世纪 50 年代计算机的应用极大提高人们工作效率, 20 世纪 60 年代为处理大量土地和环境数据, 加拿大测量学家 Tomlinson RF 首次提出将常规地图变成数字化地图并存入计算机的想法, 随后世界第 1 个实用的地理信息系统即加拿大地理信息系统诞生^[2]。之后 GIS 技术在多个领域得到发展和应用, 如交通卫生、水利电力、医疗卫生、资源管理等。

2.2 概念

GIS 根据应用领域不同其概念也不同。总的来说, GIS 是以地理空间数据库为基础, 在计算机软硬件支持下对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示, 采用地理模型分析方法, 提供多种空间和动态的地理信息, 为地理研究和决策服务的计算机技术系统。近几年 GIS 在医疗卫生领域应用日益广泛并得到重视。2003 年美国国家医学图书馆将地理信息系统加入到医学主题词 (MeSH) 表中, 反映出在卫生与卫生保健研究和实践中 GIS 重要性及其应用广泛性^[3]。

2.3 组成

包括 3 个部分: 数据输入、数据单元转换 (包括数据查询和分析) 以及数据输出^[4]。GIS 数据可分为空间和属性数据两大类。空间数据又称地图数据、图形数据、空间信息, 描述的是地理空间实体位置、大小、形状、方向等几何特征, 以及与相邻物体的拓扑关系, 由点、线、面组成, 如地图、工程图、规划图、航空与遥感影像等。属性数据也称属性信息, 是定义空间数据或特征所表示的内容, 描述该空间现象的其他特征, 如地形地貌、温湿度、降雨量、土地利用、居住人口、动植物种类及其密度等。

3 地理信息系统功能

3.1 数据采集

对空间和属性数据进行采集。空间数据指图形

实体数据, 最初的来源是纸质资料的数字化和大地资料的实地测量, 后来遥感和航空摄影设备发展提供新的获取数据方法^[5]。属性数据指图形实体特征数据, 一般采用键盘或者终端输入。

3.2 处理和存储

核对、纠正和编辑数据, 去掉转换中的错误数据, 将数据以恰当形式存储于数据库中, 方便查询和分析。

3.3 制图显示

GIS 地理环境仿真制作系统允许用户从数据库中摘选必要的素材, 如空间特征和属性, 在屏幕或其他设备上快速生成仿真图。

3.4 空间查询与分析

GIS 核心功能, 也是与其他计算机系统的本质区别。GIS 既可以进行空间图形与属性的双向查询, 即根据空间图形查询其有关属性, 又可根据属性特征查询到空间图形。流行病学专家在分析位置、环境和疾病之间的关系时一般以地图为工具, 而 GIS 的空间分析和显示功能十分适宜。用户能够根据需建立应用分析模式, 通过动态分析为评价、管理和决策服务。这种分析功能可以在系统运算功能支持下建立专门分析软件实现, 如统计、缓冲、叠加、网格、决策分析等^[6]。

4 地理信息系统在公共卫生领域的应用

4.1 概述

将地图应用于疾病研究中早有历史记载, 1854 年伦敦霍乱暴发时 John Snow 利用地图演示霍乱与污染水源在空间分布上的密切关系, 了解霍乱源头和感染分布情况, 以此为基础采取措施, 有效防止霍乱大范围传播^[7]。公共卫生领域大量数据具有空间分布特点。GIS 正是利用空间数据, 有效反映疾病空间分布特征, 可用于疾病地理空间信息的研究。目前 GIS 已被广泛应用于各种与地理因素高度相关的传染病、非传染性疾病、环境卫生和突发公共卫生事件等研究中, 取得显著成效。

4.2 传染性疾病

4.2.1 概述 随着经济快速增长,科技不断进步, GIS 应用已成为传染病控制的主要手段之一。应用 GIS 的传染病包括:虫媒传播传染病(鼠疫、血吸虫病、肾综合征出血热等);性传播性疾病(艾滋病、淋病等);水传播性疾病(甲型病毒性肝炎、细菌性痢疾等);经空气飞沫传播疾病(流行性感冒等)。

4.2.2 鼠疫 一种自然疫源性疾病,具有明显的区域性、季节性和年际流行强度变化等特点,与地理环境有着极为密切的关系。吴海霞等^[8]利用 GIS 建立鼠疫宿主动物密度和感染率的监测数据库,对鼠疫起到防控作用。郑秋云等^[9]通过收集广西鼠疫疫情、鼠疫监测、地理、气象和人口等资料,建立广西鼠疫流行病学 GIS 数据库并制作鼠疫专题地图,对可能发生鼠疫流行的地区进行初步风险评估,达到对鼠疫疫情预测、预报的目的。唐新元等^[10]利用青海省鼠疫防治 GIS 软件,探讨青海省人间鼠疫的空间分布特征及流行趋势,为卫生等相关部门的防治、监测提供有效科学依据。

4.2.3 疟疾 一种严重危害人体健康的传染性疾病。疟疾的自然传播媒介是按蚊,蚊媒是疟疾流行的必要条件,蚊媒的存在、孳生繁殖及其消长均与自然地理、生态环境、气象条件等存在密切关系^[11]。田文强^[12]应用 GIS,根据气候因素与疟疾传播相关分析,建立气候因素多元回归方程模型预测疟疾发病率。在其研究的各项气候因子中湿度是影响疟疾传播的主要因素,引入的综合性气候-环境因子-土壤湿度比单纯降雨量分析更有优势,该模型可在地理条件相似的较大范围内应用,能定量预测全球气候变暖对当地疟疾传播的影响。刘永孝^[13]收集 1950-2005 年疟疾发病资料,建立疟疾发病 GIS 模型,揭示安徽省疟疾发病地理分布特征,提示此后几年可能持续出现的高发地区,为疟疾防治工作提供依据。印度开发控制城市疟疾的 GIS,证实以 GIS 为基础的地理信息管理系统可以在疟疾暴发的情况下迅速做出暴发原因、特殊带菌者、最可能的人类传染源等相关判断,为有关部门预防及控制疾病蔓延提供辅助决策^[14]。

4.2.4 艾滋病 传播速度快、病死率极高,目前

尚无特效预防、治愈药物,其防控已成为卫生工作者的重要工作之一。钱莎莎等^[15]收集我国截至 2011 年底艾滋病病毒感染者或患者病例分布情况,利用 GIS 空间分析技术,从时空角度分析我国历年艾滋病发生和聚集情况,对疾病流行区划分和合理配置资源有重要意义。李亚超等^[16]通过 GIS 技术对重庆市艾滋病空间分布和流行情况进行分析,结果表明该市艾滋病新发感染率存在聚集性,主要聚集在市区和以市区为中心的江北县、铜梁县、璧山县等,为评估疾病风险、确定重点防治区域、合理配置卫生资源、制定正确卫生政策提供参考依据。Tanser 等^[17]按照非洲某城市地区诊所覆盖范围划分,对怀孕妇女进行艾滋病病毒检测、调查,用 GIS 分析发现此地区 HIV 感染与离 1、2 类主干道的远近密切相关。

4.2.5 血吸虫病 一种与生物、环境和社会经济因素密切相关的疾病。及时了解和掌握血吸虫病流行因素和疫情变化是有效预防和控制血吸虫病的基础和前提。周晓农等^[18]应用 GIS 模型来预测不同地区血吸虫病流行程度的可能性和正确性,对 18 个气象观察点资料进行分析,结果显示所有血吸虫病流行区观察点传播指数值均在 900 以上。空间分析所得的血吸虫传播区域分布图与江苏省血吸虫病流行区相吻合,可划分出不同区域的流行强度,AVHRR 卫星图片叠加分析后得出不同区域和季节的流行强度预测图,预测总正确率为 88.89%。汪天平等^[19]将 GIS 技术应用于江苏、安徽和江西省血吸虫病流行预测,发现 GIS 技术可以作为血吸虫病分布、流行强度的监测和预测工具。

4.3 慢性非传染性疾病

4.3.1 概述 慢性非传染性疾病(如心、脑血管疾病、癌症等)受遗传、年龄、不良生活方式、气候、环境污染等多方面因素影响。慢性病及其影响因素在不同地区的分布存在差异。近年来 GIS 技术的应用逐步由传染性疾病拓展到慢性病研究中。

4.3.2 肿瘤 发病原因与诸多因素有关,如遗传、不良生活方式、生活环境和气候等。开展肿瘤流行病学调查研究的方法很多, GIS 处理复杂地形图和强大的空间数据分析功能可以用来确定流行疾病发生地点,分析流行疾病与周围环境的内在联

系, 确切描述肿瘤流行的地理分布特征, 探寻疾病与环境危险因素之间的关系^[20]。吴库生等^[21]基于 GIS 技术探讨广东省食管癌 (Esophageal Cancer, EC) 死亡率地理分布特征及与气候等地理环境因素之间的关系。结果显示广东省 EC 有明显的地区聚集性, EC 死亡率与多项气候因素、植被指数及海拔高度具有相关性。陆应昶等^[22]探讨肺癌死亡和大气污染程度之间的关系, 收集江苏省 1996 - 1998 年间肺癌死亡资料和同期空气质量资料, 利用 GIS 空间预测功能分别绘制江苏省肺癌死亡和大气污染情况空间地理分布图, 发现在大气污染严重地区肺癌死亡率较高, 表明控制大气污染是减少肺癌死亡的一项重要干预措施。

4.3.3 糖尿病 当前威胁人类健康最严重的慢性病之一, 严重影响人们生活质量。研究其患病空间分布特征和影响因素对防控糖尿病有重要意义。程文炜等^[23]利用 GIS 技术研究我国 45 岁及以上中老年人糖尿病患病空间分布状况及主要影响因素。结果显示我国糖尿病患病率主要集中在北部 (天津市和河北省), 高学历人群比重、超重率、高 C 反应蛋白率为糖尿病患病主要影响因素。热伊拉·吾斯曼等^[24]基于 GIS 技术采用新疆某三甲医院糖尿病病例分析其空间分布并绘制可视化地理分布图。得出乌鲁木齐地区糖尿病患者最多, 和田、喀什、塔城地区也有较高的患病人数, 为新疆地区糖尿病防治工作提供直观、可靠的依据。

4.4 中药资源

涉及的空间数据巨大, 包括地形、地势、地貌、气候、水文、土壤、植被覆盖、社会经济条件等, 数据处理和分析困难较大, 运用 GIS 技术对中药资源研究有重要意义。用传统调查方法调研中药资源分布和蕴藏量费时费力, 应用 GIS 技术可提高效率和精确度, 如江源等^[25]基于 GIS 与群落调查统计方法实现对北京市野生北柴胡资源蕴藏量测算。中药材适宜区的划分对于药材引种和扩种, 开发和保护濒危药材物种, 促进中药材资源可持续利用有非常重要的意义, 如孙成忠等^[26]基于 GIS 开发出中药材产地适宜性分析地理信息系统, 根据相似程度等级来确定药材适宜产地, 从而确定中药材品种的适宜性数值区划。

4.5 突发公共卫生事件

GIS 可以预存地区人口构成、气候环境、水文地形地貌等信息, 在突发公共卫生事件发生后, GIS 地图显示功能使研究者迅速掌握事件发展情况, 从而及时做出有效决策。马卫东等^[27]提出发挥 GIS 特点, 为核事故提供医学应急服务, 有助于合理分配应急资源, 使应急响应决策更科学、快速、有效。王海波^[28]分析居家老人突发疾病监测与突发事故应急辅助决策问题, 提出基于 GIS 与遗传算法的老年人突发疾病应急快速送医模型, 提高老年人突发疾病诊断效率和预警时效。

4.6 卫生资源配置

公共卫生资源各地供需不同, 具有一定空间分布特征。GIS 不仅可用于医疗资源空间分布评价, 还可以结合相应模型进行医疗资源分布空间优化^[29]。孔德洋等^[30]运用技术定量分析长春市医疗设施布局, 基于空间缓冲区分析方法研究综合性医院的服务半径及服务面积率, 提出医疗设施布局优化建议。研究发现长春市中心城区内的综合性医院布置较集中且空间分布不合理。建议将城区中心医院向周边迁移一部分, 减少医疗设施过度集中造成的浪费; 在周边区域建设综合性医院, 解决医疗资源不足的问题。

5 结语

地理信息系统在公共卫生领域应用取得一定成效, 具有良好的发展态势和应用前景。目前 GIS 已经用于流行病预防控制、疾病监测、中药资源研究、突发公共卫生事件、卫生资源配置等方面, 为科学决策提供有力依据, 有助于促进地区卫生事业进步和可持续发展。但我国 GIS 应用尚处于起步阶段, 有待加强。建立 GIS 需要大量数字或电子地图及其属性信息库, 此类数据标准和规范尚不统一, 且卫生部门之间的卫生管理资料共享不足。随着信息技术发展及其与卫生专业知识的深度结合, 相信 GIS 技术在公共卫生和健康领域的应用会越来越完善。

参考文献

- 1 韩光红, 张习坦, 方立群, 等. 我国重要自然疫源地地

- 理信息系统的建立 [J]. 军事医学科学院院刊, 2004, 28 (2): 123-125.
- 2 刘伟, 刘卫东. 地理信息系统在公共卫生研究及管理中的应用 [J]. 中国公共卫生管理, 2006, 22 (1): 30-31.
- 3 Boulos M N. Towards Evidence - based, GIS - driven National Spatial Health Information Infrastructure and Surveillance Services in the United Kingdom [J]. Int J Health Geogr, 2004, 3 (1): 1.
- 4 Kaminska I A, Oldak A, Turski W A. Geographical Information System (GIS) as a Tool for Monitoring and Analyzing Pesticide Pollution and Its Impact on Public Health [J]. Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 2004, 11 (2): 181-184.
- 5 龚健雅. 当代地理信息系统进展综述 [J]. 测绘与空间地理信息, 2004, 27 (1): 5.
- 6 宋伟, 顾志良, 景凡伟, 等. 地理信息系统 (GIS) 在医疗和公共卫生领域的应用 [J]. 解放军医院管理杂志, 2010, 17 (10): 981-982.
- 7 William S, Gunn A. Concepts and Practice of Humanitarian Medicine [M]. New York: Springer Verlag New York Inc, 2010: 113-125.
- 8 吴海霞, 刘起勇, 杨维中. 利用地理信息系统建立肾综合征出血热、鼠疫宿主动物监测数据库 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2007, 18 (2): 136-140.
- 9 邓秋云, 唐咸艳, 梁江明, 等. 广西鼠疫地理信息系统的建立与应用 [J]. 中国热带医学, 2009, 9 (4): 745-746, 750.
- 10 唐新元. 青海省鼠疫防治地理信息系统的建立及应用 [J]. 青海畜牧兽医杂志, 2016, 46 (1): 39-40.
- 11 朱继民, 汤林华. 疟疾及其蚊媒的预测方法研究进展 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2007, 25 (2): 150-153.
- 12 田文强. 气候因素对疟疾传播影响的建模研究 [R]. 上海: 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所年报, 2001: 107.
- 13 刘永孝. 安徽省疟疾发病地理信息系统研究 [J]. 疾病控制杂志, 2007, 11 (4): 379-382.
- 14 Srivastava A, Nagpal B N, Saxena R, et al. GIS based Malaria Information Management System for Urban Malaria Scheme in India [J]. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 2003, 71 (1): 63-75.
- 15 钱莎莎, 郭巍, 王丽艳, 等. 基于地理信息系统的我国艾滋病聚集性流行的空间分析 [J]. 中国卫生统计, 2014, 31 (6): 1064-1067.
- 16 李亚超, 张强, 杨书, 等. 基于地理信息系统的空间自相关分析在重庆市艾滋病疫情中的应用 [J]. 现代预防医学, 2014, 41 (9): 1537-1539, 1542.
- 17 Tanser F, LeSueur D, Solarsh G, et al. HIV Heterogeneity and Proximity of Homestead to Roads in Rural South Africa: an exploration using a geographical information system [J]. Tropical Medicine & International Health, 2000, 5 (1): 40-46.
- 18 周晓农, 洪青标, 孙乐平, 等. 地理信息系统应用于血吸虫病的监测 I. 应用预测模型的可能性 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1998, 10 (6): 321-324.
- 19 汪天平, 周晓农, J B Malone, 等. 地理信息系统 (GIS) 用于江苏、安徽和江西省血吸虫病流行预测的研究 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2004, 16 (2): 86-89, 80.
- 20 宋桂德, 黄浩云, 李芮, 等. 地理信息系统在肿瘤流行病学中的应用 [J]. 中国慢性病预防与控制, 2005, 13 (2): 57-59.
- 21 吴库生, 李克. 基于地理信息系统的广东省食管癌地理流行病学研究 [J]. 汕头大学医学院学报, 2006, 19 (4): 230-232, 190.
- 22 陆应昶, 胡晓抒, 赵金扣, 等. 江苏省肺癌死亡和大气污染情况地理信息系统的相关性 [J]. 中国肿瘤, 2003, 12 (7): 374-377.
- 23 程文炜, 闫晓芳, 史静琚, 等. 基于 GIS 的中国中老年人糖尿病空间分布及其影响因素分析 [J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21 (11): 1082-1087.
- 24 热伊拉·吾斯曼, 夏拥军, 帕它木·莫合买提, 等. 地理信息系统在新疆某三甲医院糖尿病病例分析中的应用 [J]. 新疆医科大学学报, 2015, 38 (5): 618-621.
- 25 江源, 任斐鹏, 肖雁青, 等. 基于 GIS 与群落调查的北京市野生北柴胡资源量测算 [J]. 自然资源学报, 2009, 24 (6): 1082-1087.
- 26 孙成忠, 陈士林, 魏建和, 等. 基于 GIS 技术的中药材适宜性数值区划划分 [J]. 世界科学技术 (中医药现代化), 2009, 11 (1): 48-53, 63.
- 27 马卫东, 秦斌, 杨昌跃, 等. GIS 在核事故医学应急工作中的应用 [J]. 中国辐射卫生, 2011, 11 (2): 231-232.
- 28 王海波. 基于 GIS 的居家老人常患疾病监测与突发事故应急辅助决策研究 [D]. 武汉: 武汉大学, 2014.
- 29 赵帅然, 周达岸. 地理信息系统在医学研究中的应用 [J]. 锦州医科大学学报, 2018, 39 (5): 100-102.
- 30 孔德洋, 胡海德, 赵岩, 等. 运用 GIS 技术优化医疗设施布局——以长春市综合性医院为例 [J]. 四川建材, 2017, 43 (12): 55-56.