

基于移动医疗技术的家庭医生慢病管理系统^{*}

邵祝燕

张红广

吴文辉

马春燕

(杭州医学院计算机教研室 (上海科瓴医疗科技有限 (浙江省中医院干部科 (临海市上盘中心卫生院
杭州 310053) 公司 上海 200043) 杭州 310006) 临海 317015)

〔摘要〕 通过整合智能终端健康监测设备、无线通讯技术、云平台数据库和医护端 APP 应用构建基于移动医疗技术的家庭医生慢病管理系统。阐述系统架构、工作流程及云端数据交互管理、用户端实现, 指出该系统对各类慢病管理具有重要意义。

〔关键词〕 移动医疗; 慢病管理; 高血压; 高血糖

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2019.06.006

The Family Doctor Chronic Disease Management System Based on Mobile Medical Technology SHAO Zhuyan, Computer Teaching and Research Section, Hangzhou Medical University, Hangzhou 310053, China; ZHANG Hongguang, Shanghai CareLinker Medical Technology Co. Ltd., Shanghai 200043, China; WU Wenhui, Geriatric Department, Traditional Chinese Medical Hospital of Zhejiang Province, Hangzhou 310006, China; MA Chunyan, Central Hospital of Linhai City, Linhai 317015, China

〔Abstract〕 The paper introduces how to build the family doctor chronic disease management system based on mobile medical technologies through integrating smart terminal health monitoring equipment, wireless communication technologies, cloud platform database and medical care APP, elaborates the system architecture, workflow, cloud database interaction management and user terminal realization, and points out that such a system plays a significant role in managing various chronic diseases.

〔Keywords〕 mobile medical; chronic disease management; hypertension; hyperglycemia

1 引言

全世界每年超过 2 200 万人死于慢性病, 慢性病严重威胁全球居民健康^[1-2]。老年人更容易患慢性病。我国已进入快速老龄化时代, 老年人口基数巨大、增长迅速。同时我国基层农村糖尿病患病率

呈明显上升趋势, 对糖尿病知晓率和正规治疗率低^[3], 高血压患病率、致残率、死亡率高, 知晓率、服药率和控制率低^[4]。

2015 年李克强总理在政府工作报告中首次将“互联网+”行动计划提升为国家战略, 移动医疗成为重点关注项目^[5]。2016 年全国“两会”再次提出互联网医疗问题。近年来随着智能手机的普及, 移动医疗成为热点。研究表明通过移动医疗进行保健服务对老年人来说意义重大^[6], 可以帮助老年人寻求医疗建议, 获得医疗检查结果并得到诊断治疗^[7], 如何利用移动医疗技术使慢病患者受益是

〔修回日期〕 2018-11-27

〔作者简介〕 邵祝燕, 讲师, 发表论文 3 篇。

〔基金项目〕 浙江省教育厅科研项目 (项目编号: Y201738 506)。

值得探讨的问题。基于以上分析,本研究团队研发基于 APP 和微信平台的移动医疗慢病管理系统。利用云平台、大数据、云端算法模型、风险预测技术建立大数据数学预警模型并引入 3 大参数更新模型:基因型、环境和行为等因素,构建健康大数据的人工智能分析系统,针对人群应用特点制定个体化营养和运动干预方案。以高血压、糖尿病两种最常见的慢性病为例,通过整合智能健康设备探讨家庭医生管理模式以及移动医疗技术进行慢病管理的价值,提高血压和血糖管理效率,实现数据自动存储、远程随访以及分级诊疗、双向转诊、家庭医生签约制、医药分家,为云医院、互联网医院、网络医院发展提供有利的外部条件。

2 系统设计

2.1 架构

集成远程家庭监测、健康云平台和大数据分析、疾病风险预警模型、个体化营养方案模型、管理式保健等多个平台和技术体系,系统架构,见图 1。通过整合终端健康监测设备血压计、无线通讯技术、云平台数据库和医护端 APP 应用,健康大数据模块可以实时并自动对所有患者进行疾病风险预测,为医护人员提供健康管理决策支持,同时也为患者提供个体化的营养和运动干预方案以及健康教育干预。

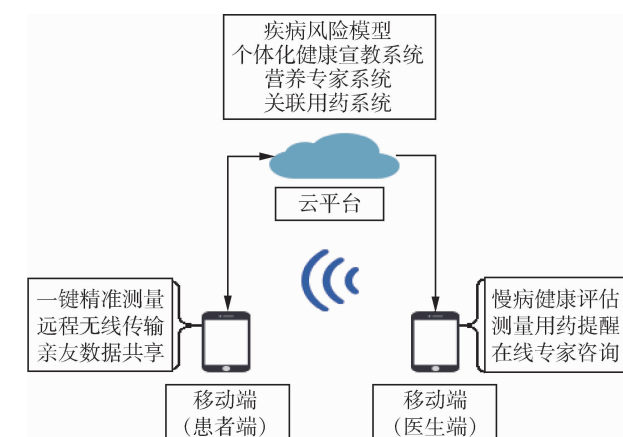


图 1 系统架构

2.2 工作流程

患者利用血压计和血糖仪检测血压和血糖,通过佩戴智能手环监测运动时间、消耗能量并通过

APP 将监测数据与身高、体重、年龄等生理参数上传至云端服务器进行存储管理,同时可获取云端推送的个体化营养方案、运动建议、高血压和糖尿病宣教知识等服务。医生利用医生端实时监测患者检测数据,了解患者情况,提醒其测量和用药,回复健康咨询。系统工作流程,见图 2。

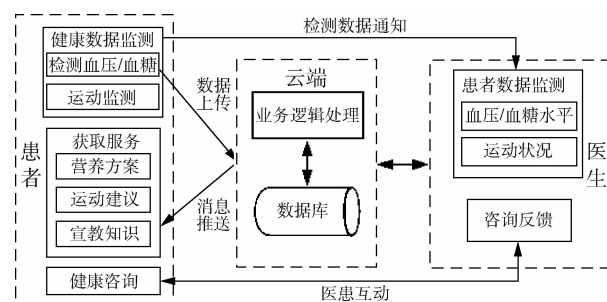


图 2 系统工作流程

3 云端数据交互管理及客户端实现

3.1 云端服务器

基于移动医疗技术的家庭医生慢病管理系统由用户端和云端组成,云端进行数据接收与管理以及疾病风险预测,基于 Tomcat 建立 Web 服务器,对客户端请求做出及时响应。实现对用户上传数据的自动化接收,将收到的数据自动存入数据库进行管理,向用户端提供数据访问接口,同时可提供与第 3 方数据对接的应用程序接口 (Application Program Interface, API)。云端建立营养专家系统,为患者提供营养配餐方案,其中宣教干预系统以图文形式推送到手机端。服务器端采用 SSH (Spring + Struts + Hibernate) 框架设计,为客户端提供用户信息、监测数据交互接口及营养方案、宣教信息推送接口。用户上传数据时向服务器发起 POST 请求,经过超文本传输协议安全 (Hyper Text Transfer Protocol Secure, HTTPS) 认证后,服务器端响应请求并与用户端建立连接,接收用户端发送的数据,将数据解析后再存储到数据库。数据库使用 Redis 做分布式缓存,MySQL、MongoDB 和 HBase 数据并存。用户端获取数据时向服务器发起 GET 请求,服务器端响应请求后给用户端返回数据。云端架构,见图 3。

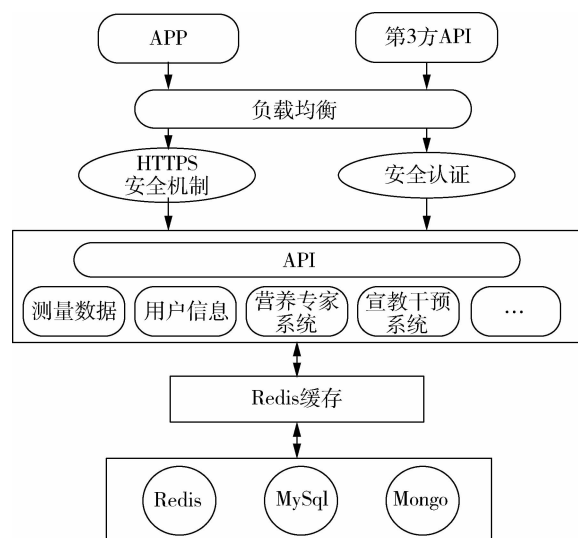


图3 云端服务器架构

3.2 健康大数据人工智能分析系统

为每位患者建立储存于云平台的健康数据库，这些数据被用来构建并完善临床决策支持系统以及参考数据库。运用 Logistic 回归和人工神经网络模型，分析治疗方案和预后相关一系列潜在变量，以进行治疗方案和预后的分类。利用人工神经网络模型多层感知机器学习程序（Machine Language Program, MLP）与反向传播算法以及有监督学习的 Delta 规则来训练神经网络。输入层包括多个输入变量，如人口统计学、临床、实验室、遗传学等数据。将这些变量分组并编码，通过级联的学习过程确定隐藏层中的节点。输出层包含的每个节点对应一种治疗方案或预后。Logistic 逐步回归分析输入变量并运用有显著性统计意义的变量来构建人工神经网络。利用受试者工作特征曲线分析预测模型的准确性以及交叉验证法来衡量无偏估计的人工神经网络模型和评估系统的普及性。建立以规则为基础的知识库系统，包括疾病临床路径信息、药物手册、指导方针、新闻和相关研究论文，如临床试验最新发现。

3.3 个体化营养和运动干预专家系统

为有效控制血压和血糖水平，对患者进行营养干预，构建个体化营养和运动干预专家系统，见图4。包括个体化干预基准规则库、干预方案调整数据库、干预方案执行数据库3个关联数据库，依据

患者重要生理生化指标，如体重/身高（BMI）、血糖、血压、并发症等制定干预目标，以及实现该目标相应的具体营养成分、食谱和运动方案。同时定期按照上述指标的变化自动调整方案内容，以实现有效的干预措施。

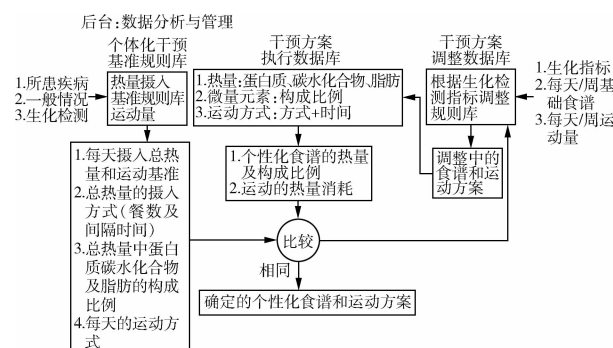


图4 个体化营养和运动干预专家系统

3.4 用户端实现

用户端包括患者微信端、APP 医生端和 APP 患者端，APP 医生端作为整个系统的功能组成部分，为医生提供管理和服务工具，主要功能模块包括慢性病健康检测、患者档案建立、风险预警筛查、患者回访、沟通病患教育等。患者或照顾者可通过移动医疗系统接受测量提醒、营养指导和药物治疗等。根据患者教育程度、年龄、兴趣等特点，设计简单和易于理解的系统界面，使患者方便使用^[8]。系统将患者进行合理分类，包括所有患者、当日测量患者和医生负责的患者，测量和用药根据患病等级进行智能分类。患教中心包括临床表现、医疗资源、危险因素、合并症、慢病常识和生活方式等功能，使病患和家属通过移动医疗系统更好地了解慢病知识，增强保健意识。

4 结果与讨论

4.1 结果

比较干预前和干预后的血压数值，不同患者表现出血压降低 8 ~ 15 毫米汞柱（收缩压）和 5 ~ 6 毫米汞柱（舒张压），见图5。具体对浙江省临海市上盘地区 120 例高血压慢病患者随机分成实验组和对照组，每组 60 例，实验组采用本研究组研发的

智能终端健康监测设备智能血压计进行每天定时测量,提醒患者将用药情况进行记录。对照组按照传统由卫生院专业人员定时上门测量并医嘱开药。系统干预 6 个月后,对实验组和对照组统一进行 24 小时动态血压监测,以所有患者测量的平均血压为数值进行分析。第 1 次收缩压人均读数值为 142 毫米汞柱,最后 1 次人均值为 133 毫米汞柱, $P < 0.01$ 。第 1 次舒张压读数人均值为 89 毫米汞柱,最后 1 次人均值为 84 毫米汞柱, $P < 0.01$ 。

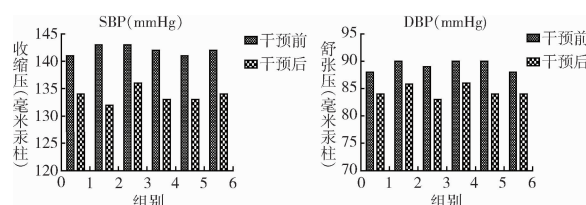


图 5 血压干预前和干预后数值变化

将 90 名糖尿病患者分为两组。通过干预前和干预后的分析,平均空腹血糖和餐后血糖分别从 9.1 ± 2.1 毫摩尔/升到 8.1 ± 2.2 毫摩尔/升 ($n = 60$, $P < 0.001$),从 14.2 ± 3 毫摩尔/升到 11.3 ± 3.7 毫摩尔/升 ($n = 30$, $P < 0.001$),见图 6。

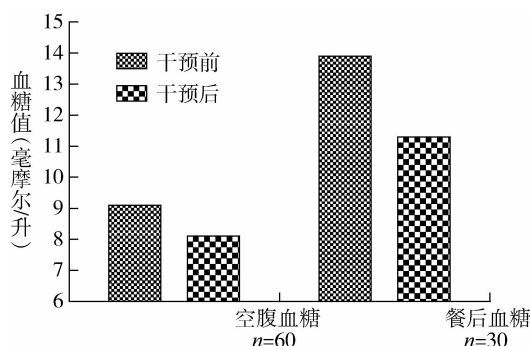


图 6 空腹血糖和餐后血糖干预前后数值变化

4.2 讨论

目前手机在医疗行业的应用程序主要集中在网络挂号及医院和医生背景、医疗和药品知识查询等方面。利用智能终端的移动性和网络技术普及性解决很多实际问题^[9]。但随着医疗信息化技术的进步,现有功能已不能满足人们日益增长的需求,远程监测、移动诊疗、健康监测与健康干预之间的脱节以及发病到就医时间问题等成为移动医疗的瓶

颈。因此配合远程智能终端设备进行远程监测是移动诊疗未来研究的重点方向。本研究创新成果包括:数字化健康生态系统的集成,远程健康检测设备、健康云计算、移动互联网和分子诊断的集合。将高血压诱发心脑血管意外的风险预测模型用于血压健康管理。将糖尿病 3 大相关风险预测模型用于血糖健康管理:正常人的糖尿病风险预测、糖尿病前期发展为糖尿病的风险预测、糖尿病引起心脑血管意外的风险模型(回归模型和人工神经网络)。在健康管理过程中建立并运用个体化营养运动干预专家系统。本研究通过大数据与慢病管理的有效结合能够更精准区分目标群,记录和分析患者的健康指标,对患者进行个人健康档案管理。

本系统对于不会使用智能手机的老年人来说存在一定障碍,使用前需相关人员进行专业指导,确认患者可以自行使用智能手机。随着智能手机的普及和老年人文化程度逐渐提高,基于移动医疗技术的家庭医生慢病管理也将逐渐被越来越多的人接纳和使用,使慢病患者提高生活质量,真正实现慢病智能化管理和早干预、早治疗的目标。在本研究基础上可进一步研究人工智能技术下的辅助用药依从性方法和系统研究,利用患者购药行为、健康情况、检测行为等数据,通过大数据算法的特征提取、加权处理和聚类分析等构建患者画像,从云端构建药物依从干预知识库,实现智能个性化药学服务信息推送,从而提高患者的用药依从性。

5 结语

该系统的开发有助于解决发病到就医时间较长的问题,设计和实现移动健康解决方案,对我国高血压、糖尿病患者的健康生活、各类慢病管理甚至是养老关爱都有重要意义。合理管控常见慢性病的发生发展可以预防并发症、降低医疗支出,根据各地慢性病发病规律对高危群体制订科学预警和干预方案将显著减少其病残率和死亡率,从而延长健康寿命。同时操作简单的健康信息通路铺设可以将衣食住行等服务全方位地带入患者家庭,提高老年

(下转第 21 页)

基层医疗卫生机构综合能力。

5.4 提供一站式医保服务

医保是医联体建设中不可或缺的部分，可借助医联体信息化管理平台将患者就诊信息与医保信息相关联，如果患者通过符合医保管理规定的定点基层医疗卫生机构首诊、双向转诊，那么医保部分也将随患者从基层转到上级医院，做到无缝对接，为患者提供便捷的报销凭证，无需在多家医院来回奔波。

6 结语

南宁市第一人民医院医联体信息化建设符合国家医疗改革政策，作为南宁市示范型医联体建设机构，结合实际情况，充分发挥优质资源优势，利用合作医疗机构的服务功能和资源，实现整体区域医疗的互通互联，提升医务和服务水平。但医联体建设中还存在一些问题和不足，如何使医疗资源利用

最大化、医疗响应快速化、信息安全持久化，如何培养组建具有计算机学、统计学、医学多方面技能的人才团队等^[4]，这些都是在今后工作中需要不断探索的新课题。

参考文献

- 1 张贝贝，陶红兵，路伟，等. 医疗联合体信息平台构建现状及关键问题分析 [J]. 中国医院管理，2018 (9): 11 - 13.
- 2 王佳，陈利媛，赵欣，等. 医疗联合体国内外发展现状浅析 [J]. 世界最新医学信息文摘，2017 (58): 165 - 167.
- 3 陈敏亚，陈卫平，罗青，等. 医联体信息平台的设计与应用 [J]. 中国医疗设备，2017 (7): 137 - 139.
- 4 赵芳，谷景亮，窦伟洁. 医联体模式下信息化建设与发展探讨 [J]. 医学信息学杂志，2018, 39 (3): 26 - 28.
- 5 陈杰. 区域医联体信息化平台的设计与实现初探 [J]. 中国新通信，2018 (6): 229.
- 6 崔柔刚. 基于医院信息系统及卫生专网的医联体业务协同平台的实现方法 [J]. 中国数字医学，2017, 11 (8): 48 - 50.

(上接第 30 页)

人，尤其是孤寡老人的生活质量。该研究结果为进一步研究移动医疗技术提供借鉴。

参考文献

- 1 World HealthOrganization. World Health Statistics [R]. Geneva: WHO, 2011.
- 2 World HealthOrganization. Global Status Report on Non communicable Diseases 2014 [R]. Geneva: WHO, 2015.
- 3 洪艳，唐焱. 农村糖尿病现状调查及对策分析 [J]. 中国农村卫生，2013, 6 (7): 58 - 59.
- 4 时荣海，郑曦. 中国农村高血压流行状况及影响因素研究进展 [J]. 中国医药，2013, 8 (Z1): 96 - 98.
- 5 宗文红，陈晓萍. 国外移动医疗监管对我国的启示 [J]. 中国卫生信息管理杂志，2015, 12 (4): 340 - 345.

- 6 李山，李鹏飞，田雨，等. 基于移动医疗的老年人健康管理系统设计及实现 [J]. 中国数字医学，2015, 10 (8): 2 - 4
- 7 DengZhaohua, Mo Xiuting, Liu Shan. Comparison of the Middle - aged and Older Users' Adoption of Mobile Health Services in China [J]. International Journal of Medical Informatics, 2014, 83 (3): 210 - 224.
- 8 Velikova M, Lucas P J F, Van der Heijden M. Intelligent Disease Self - management with Mobile Technology [J]. Computer Published by the Ieee Computer Society, 2015, 48 (2): 32 - 39.
- 9 张世宇. 基于 Android 平台的辅助诊疗系统设计与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2014.