

# 移动远程心电技术在区域医疗中的应用\*

黄小明<sup>1</sup>,梅浙川<sup>2△</sup>,黄娟<sup>1</sup>,屈健宁<sup>1</sup>

(重庆医科大学附属第二医院:1.信息科;2.消化内科 400010)

[中图分类号] TP39

[文献标识码] B

[文章编号] 1671-8348(2015)14-1996-03

国家心血管病中心发布的《中国心血管病报告 2012》显示,我国心血管患者人数约为 2.9 亿,我国心血管病患病率处于持续上升态势。每年我国约有 350 万人死于心血管病,占总死亡原因的 41%,居各种疾病之首<sup>[1]</sup>。由于我国优质医疗资源不足,造成百姓看病难、看病贵的难题,国家卫生和计划生育委员会提出了小病进社区、大病去医院的分级医疗模式。然而缺乏心功能检查医师却是目前国内各基层医院的普遍问题,这将直接导致心脏疾病被漏诊、误诊。基层医院由于漏诊、误诊导致的医疗纠纷在所有医疗纠纷中排在第一位<sup>[2]</sup>。传统心电检查技术存在以下缺点:采用手工模式,浪费人力物力资源;心电检查工作流程导致效率低下,心电医师到临床科室检查平均耗时超过 0.5 h;心电图机打印的纸质报告很难进行统计分析;报告损坏,遗失无法补打;纸质心电报告无法进入患者电子档案;缺少心电医师的地区,无法得到及时有效的专业心电检查<sup>[3-5]</sup>。为解决上述问题,采用移动远程心电技术构建基于网络的心电检查系统具有重要意义。

随着传感器技术、互联网技术、数据交换技术、无线网络技术的迅速发展,新的技术手段层出不穷。新的技术和产品为医护人员、患者提供了高效准确的检查工具和全新的就医体验,为区域医疗卫生信息化建设提供了强大的支撑平台<sup>[6]</sup>。本文就重庆市卫计委“远程医疗平台”中“移动远程心电系统”进行描述。系统实现了移动心电数据采集、无线网络(GPRS)数据传输、心电数据分级处理、报告书写、报告发布等功能。现报道如下。

## 1 系统介绍

**1.1 系统构成** 系统由移动心电数据采集终端、GPRS、数据管理中心、Internet、医院心电报告工作站组成。心电数据采集终端通过传感技术获取患者各项心功能数据,整理存储,并通过无线网络模块上传到数据中心的数据库通信服务器;数据库通信服务器将数据进一步组织整理后提交给数据分析服务器;数据分析服务器根据业务需要进行多域、静息、频域等数据生成,完成初步分析;心电图数据通过 Internet 传送给(各级)医院心电检查工作站,专业心电医师对数据进行分析,形成最终报告。心电报告按需要上传到医院内部服务器或数据中心。

系统采用 GPRS 和 Internet 混合的星形拓扑结构。心电数据采集终端设计强调信号采集的准确性、数据传输即时性<sup>[7]</sup>。与传统移动远程心电系统相比较,该系统不以某特定医院为中心,而是将心电数据存放在基于互联网的数据管理中心(该数据中心作为市级医疗信息化平台的一部分接入市级平台),系统满足多家基层、二级、三级医院同时接入。数据管理中心负责系统的通讯管理,一方面把分散在 GPRS 覆盖地区的心电采集数据进行汇集;另一方面通过 Internet 连接各级医疗

机构提供会诊管理、数据存储分析。医院心电工作站通过 Internet 连接到数据管理中心,下载心电数据、完成报告书写、报告上传下载工作。工作站通过局域网与医院内部临床信息系统交互,调阅患者其他检查检验信息、电子病历等。心电工作站能够将下载和书写的报告推送到临床信息系统实现患者医疗信息的整合。

**1.2 移动心电数据采集终端** 移动心电采集终端主要包括心电信号采集模块、数据存储模块、数据处理模块、无线数据传输模块。胸部电极、吸球、肢体电极夹等外部传感器采集的心电信号传送到威尔逊电阻网络,信号经过前置放大、滤波、后置放大、模数转换,生成数据交给 AMR 处理器处理。与传统的心电监护仪相比,该移动心电终端增加了无线传输模块,使心电数据能够实时上传到数据中心集中分析处理。尽管采集器终端内部结构复杂,终端的操作面板设计遵循了简单易操作的原则,便于医务人员和患者操作使用。

**1.3 远程心电数据管理中心** 远程数据管理中心是系统的核心,其主要服务器包括实时通信服务器、数据分析服务器、管理服务器和数据库服务器。实时通讯服务器负责 GPRS 数据收发、消息推送、报告发布;数据分析服务器负责心电数据装载、数学模型处理、数据分析;管理服务器负责业务调度管理、联网会诊管理、统计查询等工作;数据库服务器为以上服务提供数据存储和检索功能。其主要功能模块,见图 1。

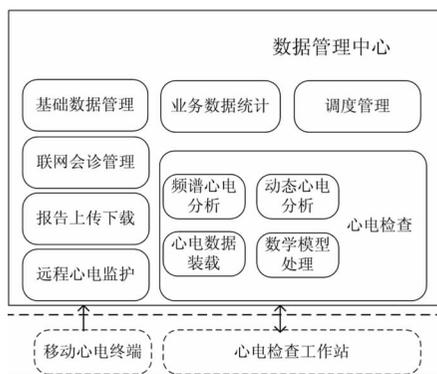


图 1 数据管理中心功能模块

基础数据管理:医疗机构管理、报告医师管理、终端管理,为每一心电终端登记身份,心电终端与具体医疗机构关联,为数据分发提供依据。业务数据统计:按照区域、医疗机构及报告类型,按时段实现终端工作量统计、心电检查报告统计、会诊统计。联网会诊管理:为多级医疗机构心电会诊提供支持。包括 workflow 配置,消息服务配置。调度管理:实现会诊申请管理、

\* 基金项目:重庆市经信委信息产业发展资金资助项目(2011004)。 作者简介:黄小明(1973-),硕士,工程师,主要从事软件工程、计算机网络工作。 △ 通讯作者,E-mail:meizhechuan@21cn.com。

会诊状态管理、工作流实例管理。报告上传下载:接受心电工作站上传的报告,记录报告医师、报告时间;提供心电报告下载功能,记录上传下载日志。心电检查:根据各类分析模型装载心电数据,产生分析结果,为心电检查工作站提供服务,包括辅助诊断生成、自动填写报告模板等功能。频谱分析:静息心电分析;频域心电分析;多域心电分析。动态心电分析:心率、心律失常分析;ST-T、HRV、直方图分析;12 导 DCG 综合心电图分析。远程心电监护:循环或全时心电监护;异常报警及监护回放;历史数据回顾。

**1.4 远程心电工作站** 心电工作站是心功能检查医师的工作界面,在这里心电检查医师要进行心电数据分析、完成心电报告、报告上传发布等工作。心电检查医师是数据的使用者,软件中数据的组织、分析工具的完备性、报告工具的易用性是设计的重点。本系统将心电数据分析、报告书写和报告上传在同一界面中完成,简化了医师操作步骤,进一步提高工作效率。丰富的报告模板,为医师书写报告提供方便的同时规范了报告书写格式。医学诊断包括采集病史、常见症状、体征、实验室检查和辅助检查结果等作为依据对疾病的判断<sup>[7-8]</sup>。根据这一特点,心电医师工作站中提供接口用于调阅患者其他检验检查结果以及电子病历信息。医院内部工作模式下,通过临床信息系统的接口,电子报告可以上传至临床信息系统。区域工作模式下,报告医师发布报告,系统将电子报告传送至数据中心服务器,通讯服务器通知请求发起者报告已经生成,发起者就能下载报告。同样下载的报告也可以通过医疗机构本地信息系统的接口整合到患者医疗信息中。两种工作模式下,临床医务人员都能够即时获取心电检查报告,减少等待时间,从而节省患者诊疗时间和成本。

**2 系统工作模式**

**2.1 医院内部工作模式** 医院内部,过去通常采用的模式是:科室内配备心电图机,由本科室医师进行心电图检查,检查质量不能保证,误诊漏诊在所难免。部分医院采用集中检查模式,患者集中到心电图室检查,排队候诊又成了严重的问题。遇到急诊患者和疑难病例需要请心电医师会诊,心电医师不得不在全院各科室奔走,效率低下,影响诊疗时机。采用远程心电技术,医院心电检查业务流程将得到优化,工作流程见图 2。

工作站;工作站收到消息后,采用语音方式提醒报告医师有新数据到达;医师下载数据,程序将根据门诊/住院号将心电检查数据与医院临床信息系统患者信息匹配。以上流程涉及到心电报告系统和医院临床系统,由于系统间不需要事务控制,接口主要是数据调阅,设计上采用 REST+JSON 模式,比 Web-Service 更简略、更高效<sup>[9-10]</sup>。报告医师在工作站上除了能够看到原始心电数据外,数据中心分析的结果和辅助诊断信息同时展现在报告界面。通过 WEB 调阅,检查医师能够方便地阅读患者的基本信息,临床诊断信息,其他检查检验的结果和电子病历,这些信息对报告医师极具价值。心电医师处理完心电报告,发布报告,报告被推送到医院临床信息系统。这样病区医务人员就可以在第一时间获得报告,比过去等待打印报告效率明显提高。

**2.2 区域工作模式** 缺乏专业心电医师是目前基层医疗机构的普遍现象。部分基层医院由于缺少心电医师而不能进行心电检查,部分基层医院开设了心电检查只处理常见病例,遇到疑难病例,容易出现误诊和漏诊。二级医院一般配备专业心电医师,比基层医院的业务水平更高。但是对于特殊病例处理往往希望得到更高级专业心电医师技术支持。为解决这一问题,本项目采用了远程会诊和分级诊疗工作方式——远程心电会诊区域工作模式,工作流程见图 3。

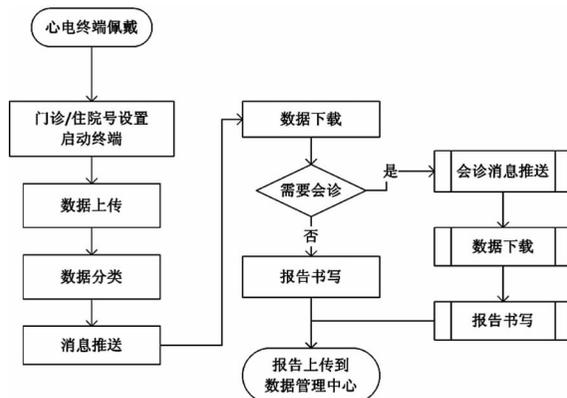


图 3 远程心电会诊区域工作流程

利用 GPRS,心电数据采集终端延伸到网络信号覆盖的所有区域,即使在遥远的乡村卫生室也可以进行心电检查。这种工作模式下,基层医院包括社区卫生服务中心、乡镇卫生院等没有能力配备心电检查医师的医疗结构,都可以进行心电检查。数据通过 GPRS 传输到数据管理中心,相关二级医院能够及时收到心电数据,处理生成报告,报告上传到数据中心。基层医疗机构通过互联网,可以下载和打印心电报告。二级医院遇到不能处理或需要讨论的疑难心电数据,可以提请三级医院会诊,系统提供会诊报告模板供医师填写,参与会诊的医疗机构都能查看报告,讨论诊断依据。这样就实现了远程心电检查中分级诊疗和远程会诊。通过移动远程心电技术,在医疗资源缺乏的郊区和农村,患者获得了专业、即时的心电检查服务,节省长途奔波的费用。对于基层医疗机构和二级医院,由于上级医院专业医师的指导和参与,在帮助他们提高诊疗水平的同时也能够很大程度上降低医疗风险。

**3 系统运行情况分析**

本院运行 3 年 8 个月,取得了满意的效果。医院内部的工作流程得到优化,改变了过去心电医师拎着心电仪全院各科奔走的工作方式。现在心电医师只需坐在电脑旁,集中处理病房传回的数据,在工作站上完成报告,传回临床信息系统,临床医

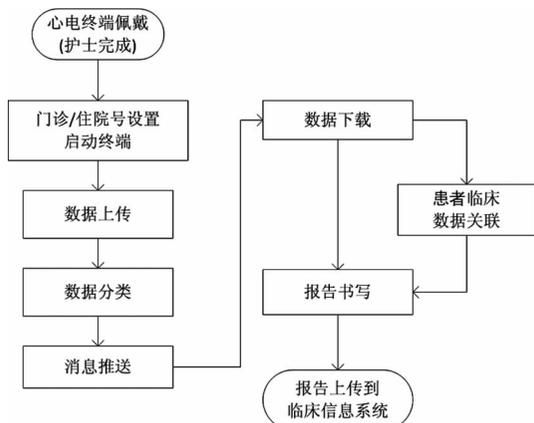


图 2 远程心电医院内部工作流程

病区配备多台移动心电数据采集终端,安装操作与普通心电仪相同,检查前输入患者住院号/门诊号,以便和医院临床信息系统关联。心电检查完毕,终端自动将数据传送给数据中心服务器。服务器收到数据后,根据心电终端唯一 ID 将数据分类,查找对应医疗机构信息,然后将消息推送给指定医院心电

师、护士能够即时收到心电图报告,明显缩短患者候诊时间。院内运行情况见图 4。

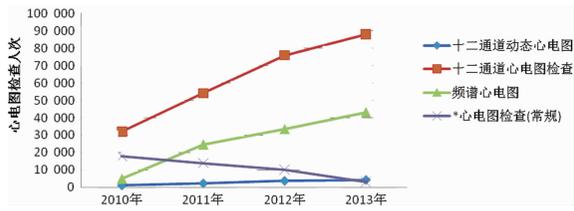


图 4 2010~2013 医院内心电检查变化趋势

2010 年本院心功能室拥有专业心电医师 4 名,其中高级职称 1 名,中级职称 1 名,初级职称 2 名。由于当时技术手段和人员数量的限制未实行 24 h 值班。截止到 2013 年,心电医师增加到 6 名。其中高级 1 名,中级 2 名,初级 3 名。为了满足医院业务增长需求,同时移动远程心电系统上线为心电检查提供了新的技术手段,2011 年 6 月开始心功能室实行 24 h 值班。2011 年后各科室逐渐推行移动远程心电系统。从运行数据上看,频谱心电检查增长近 8.7 倍,十二导心电检查增长近 2.8 倍。由于院内远程心电检查带来的方便性和高效性,旧的常规心电图检查(常规)数量呈逐年减少趋势。由 2010 年 17 912 例减少到 2013 年 2 979 例。

表 1 2013 年区域心电检查运行情况(n)

基层医院	心电病例	二级医院	三级医院
	采集数	处理数	处理数
大溪沟社区卫生服务中心	3 416	—	3 416
上清寺社区卫生服务中心	541	—	541
七星岗社区卫生服务中心	2 009	—	2 009
重庆学府医院	4 017	—	4 017
秀山县洪安镇中心卫生院	613	580	33
秀山县清溪镇中心卫生院	801	765	36
秀山县石堤中心卫生院	727	684	43
綦江区安稳镇卫生院	612	588	24
綦江区通惠卫生院	769	741	28
綦江区石壕镇卫生院	861	827	34
南川区大观镇中心卫生院	654	628	26
南川区水江镇中心卫生院	519	501	18
南川区金山镇中心卫生院	587	569	18
合计	15 539	5 314	10 225

—:此项无数据。

移动远程心电不仅提高了医院内部的工作效率,同时解决了周边及区县基层医院由于缺乏专业心电医师不能进行心电检查的问题。周边 3 个社区卫生服务中心和 1 家私立医院租用移动心电采集终端,利用本系统并依托本院开展远程心电检查业务。2013 年在重庆市卫计委的推动下,多家区县级医院、乡镇卫生院相继接入该系统形成多级心电会诊体系,分别在区县级医院和市级三甲医院设立心电会诊中心,使各类疑难心电数据得到高效准确的处理。该系统根据业务需要将患者的心电数据传送不同的心电会诊中心进行诊断。根据实际业务需要,系统并未严格按照“基层医疗机构→二级医院→三级医院”进行分级诊疗。部分基层医疗机构心电数据直接传给三甲医院,由三级医院进行心电诊断。而乡镇卫生院(基层医疗机构)

的心电数据则由二级医院处理,遇到疑难心电病例(来自二级医院本院和二级医院管辖的乡镇卫生院),则提交三级医院会诊。采用的哪种方式主要取决于工作效率和医疗资源分配等因素。目前纳入该体系的县级医院 3 所、乡镇医院 9 所。2013 年区域模式远程心电检查运行情况,见表 1。

3 个社区卫生服务中心和重庆学府医院未配置心电检查医师,心电数据直接传到数据管理中心,由三级医院心电检查医师处理填写报告。秀山县人民医院、綦江区人民医院、南川区人民医院 3 个二级医院除了院内使用该系统外,还各自服务 3 个乡镇卫生院。乡镇卫生院将数据传至数据中心,二级医院心电医师为其书写报告,疑难病例请求三级医院会诊。系统对数据上传时间,报告完成时间进行管理,确保基层医院从上传数据到上级医院报告完成时间急诊不超过半小时,平诊不超过 1 h。数据显示,远程心电会诊区域工作模式运行效果令人满意,三级会诊体系基本建成。

#### 4 结 论

移动远程心电技术为患者提供了方便快捷准确的医疗服务,确保每一份心电报告都由心电专科医师书写,提高了医院的医疗质量,降低了误诊漏诊率。系统为医院带来一种崭新的心电检查工作模式,帮助缓解基层患者日益增长的医疗需求与城乡医疗资源结构巨大反差之间的矛盾;同时方便患者在当地就能得到专家诊断和治疗建议,避免了长途奔波异地寻医所带来的麻烦,有利于患者把握最佳诊治时机,实现了疑难病症的异地会诊和本地治疗,为患者节约大量的外出去求医花费。患者心电数据、诊断信息在系统中进行存储和分类不仅方便医师和患者查阅查询,而且对于科研和教学分析具有重大价值。

#### 参考文献

- [1] 王文,朱曼璐,王拥军,等.《中国心血管病报告 2012》概要[J]. 中国循环杂志,2013,28(6):408-409
- [2] 顾桂国,唐敏,王卫国,等. 社区卫生服务中心医疗纠纷和事故的常见原因分析与防范[J]. 中国卫生事业管理, 2013,1(5):11-14
- [3] 霍红星,谢振斌,戴玉,等. 基于物联网的区域心电平台的构建与推广价值探讨[J]. 中国医疗装备,2014,29(7):42-43.
- [4] 王艳军,郝慧琴,董海原,等. 区域医疗信息化中“区域”概念的解读[J]. 中国数字医学,2011,12(6):54-55.
- [5] 李鹏忠. 医院社区远程心电监测应用的调查研究[D]. 杭州:杭州师范大学,2013.
- [6] 孔华明. 面向区域医疗的临床数据交换系统设计与实现[D]. 杭州:浙江大学,2013.
- [7] Fensli E. Gunnarson “A wireless ECG system for continuous event recording and communication to a clinical alarm station”[C]. IEEE, Engineering in Medicine and Biology-Society, 2004, 3:2208-2211.
- [8] 万学红,卢雪峰. 诊断学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2013:25.
- [9] 许卓明,栗明,董逸生. 基于 RPC 和基于 REST 的 Web 服务模型比较分析[J]. 计算机工程,2003,29(20):6-8.
- [10] 高静,段会川. JSON 数据传输效率研究[J]. 计算机工程与设计,2011,32(7):2267-2270.