

◁信息管理▷

放疗信息管理系统研发及应用现状*

付廷岩¹, 孙亚平¹, 孔红秀², 梁瑞¹, 吴晓东¹, 庄庆昕¹

(1. 宁夏回族自治区人民医院, 银川市 750002; 2. 成都纽瑞特医疗科技股份有限公司, 成都市 610200)

【摘要】 放疗信息系统(Radiotherapy Information System, RTIS)是放疗科信息化的重要组成部分, 目前应用率还不到15%。笔者调查了我国大陆地区的放疗需求及放疗信息系统应用现状; 介绍并比较了传统放疗信息管理模式和RTIS的优缺点; 概述了国内使用的主流RTIS以及各医院自主研发的RTIS的特点。希望能为RTIS的建设吸引到IT人才, 为各放疗机构选购或者自主研发RTIS提供参考。

【关键词】 放疗信息系统; 研发; 应用**【中图分类号】** R319; TP391 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1672-4232(2024)02-0114-04**【DOI编码】** 10.3969/j.issn.1672-4232.2024.02.032

我国恶性肿瘤患者基数大、肿瘤新发病例多、发病率持续升高。放疗作为一种无创性治疗手段, 在肿瘤治疗中发挥着越来越重要的作用。世界卫生组织公布, 70%以上的肿瘤需要放疗, 40%的肿瘤可通过放疗治愈。美国大约70%的肿瘤患者使用放疗, 而中国此值仅为20%~30%。放疗资源稀缺是我国放疗采用率低的主要原因。2020年我国大陆地区放疗专业人员、设备、技术如表1所示^[1]。表1中“其他”指: 钴60机57台、质子重离子机6台、射波刀31台、 γ 刀178台。

表1 2020年中国大陆地区放疗开展情况

专业 人员	数量 (人)	模拟机		治疗机		开展技术	
		种类	数量 (台)	种类	数量 (台)	种类	数量 (家)
放疗 医师	18 966	常规	1 034	直线加 速器	2 139	三维 适形	1 459
物理师	4 475	CT	1 208	近距离 治疗机	457	固定野 调强	1 256
技术 人员	9 537	MR	89	TOMO	57	容积 调强	1 208
				其他	272	近距离 治疗	422
合计	32 978		2 331		2 925		1 538

从表1可以得出, 我国每百万人口拥有的总治疗设备、直线加速器(LA)的数量分别为2.03台^[2]和1.48台^[1]。这仅达到世界卫生组织建议的每百万人口2~4台的低限, 远低于发达国家和地区6~12台的水平。专家组预估我国放疗未来5年将蓬勃发展, 其中放疗专业人员新增1万多人、设备新增2 000多台^[1]。面对放疗行业如此快速的发展, 放疗科室面临着全面提升临床效率、治疗质量、运营效益和患者体验的需求。

1 放疗信息管理现状

医院信息管理系统关系着医院整体运行效率和服务水平, 很大程度决定了医院数据管理的安全性和有效性。放疗过程中涉及设备多、专业分工细、产生资料多, 尤其是大规模开展调强和适形等精确放疗技术的放疗机构, 患者资料的输入、归类、整理和日后查询、随访, 变得越来越困难。同时, 医院和科室对每台放疗设备、每个部门的管理难度也相应上升。

1.1 传统方式

目前大部分医院放疗科通过线上线下一纸质一电子相结合的方式完成患者的放疗和放疗信息的管理。此模式需要医院信息系统(HIS)、加速器网络、纸质单据三者配合完成, 其中HIS负责患者的收费、病历、随访等; 加速器自带网络负责靶区勾画、计划制作、患者治疗等。各流程间的衔接至少需要以下6类纸质单据实现, 分别为: 模拟定位CT申请单、放射治疗定位及首次摆位记录单、放射治疗CT模拟定位一复位登记表、计划申请单、放射治疗记录单、放射治疗安全核查单。此模式存在以下不足: 因人为书写或字迹难以辨认造成信息差错; 信息传递不流畅、不快捷, 医患等待时间长; 医生查阅患者资料需要人工输送或者打电话, 工作效率低。据不完全统计^[3], 2010年全球放射治疗共发生各类有记录的质量事故3 000多起, 约60%~80%甚至以上的事故由人为因素造成, 主要原因为流程间缺少有效质控与优化手段。

1.2 放疗信息系统

由于我国放疗加速器的增量较国际标准还有较大差距, 只能通过提高设备的利用率, 特别是基层放疗中心设备利用率, 来缓解设备数量欠缺的问题。RTIS的应用有助于放射治疗流程的简化、流程的优化、工作效率的提高, 是这一目标实现的重要保证, 也是放疗实施

*基金项目: 宁夏回族自治区重点研发计划项目(2020BEB04044)

标准化、建设规范化和统一化的必然趋势。

RTIS利用电子计算机、数据传输和存档协议、网络通讯设备为放疗机构提供各种信息(包括病人文本信息、影像信息、计划信息、治疗信息和行政管理信息)的收集、存储、处理、提取和数据交换,对治疗过程和结果进行监控。RTIS通过连接中心服务器的方式,上接HIS,下连科内各种放疗模拟机、计划系统(Treatment Plan System, TPS)、加速器等设备。RTIS的功能一般如表2所示。

表2 RTIS的功能

功能	说明
任务管理	支持科室工作人员任务分配、任务流转及任务自动提醒
病案管理	支持患者病案统一存档、管理及检索
流程管理	支持放疗各环节流程流转、流程质控、患者流程状态标记
设备管理	支持设备基础信息、设备信息维护及设备质控记录
预约管理	支持定位、复位、治疗等全流程日程预约
费用管理	支持患者放疗费用记账、查询、打印及报表输出
随访管理	支持随访计划制定、随访模板配置及日常随访工作提醒
查询统计	支持科室费用、人员工作量、设备工作量、病案等自动化统计

其中表2中的流程管理包含:患者登记、临床医生添加诊断等信息、模具预约与制作、CT模拟定位与扫描、靶区勾画及审核、计划设计及审核、加速器预约、位置与剂量验证、放疗实施等。相比传统放疗信息管理模式,RTIS的优点主要表现在准确性、高效性、规范化和信息化,详见表3。临床实践证明,RTIS的使用明显提高了医院日均治疗人次、设备日运行时长、就诊率;降低了患者平均等候时间和爽约率^[4-6]。

1.3 RTIS的应用现状

我国放疗科信息化的建设基本处于初创阶段,很

表3 RTIS的优点

性能	特点
准确性	信息自动提取,减少人为操作及环节,解决人工录入出错多的问题;提供数据的自动校验,差错提醒,提高数据传输和利用的准确性;帮助科室对患者信息、计划、报告和质量控制等各个环节进行统一管理,可有效地避免医疗风险的发生。
高效性	支持HIS导入及模板化一键开单,让医生工作更简单;支持人员和设备的工作负荷展示,合理调配资源,降低管理成本;支持历史病案快速检索,方便医疗、科研、教学、学术交流等活动;高效衔接各个环节,减少信息在某一环节的堆积和滞留。
规范化	支持模板化病历报告,保证科室病历一致性;提供标准化质量保证体系,确保质控工作有序进行;提供规范化工作流程,保证岗位工作一目了然、权责分明。
信息化	实现全流程无纸化办公。

多放疗机构依旧依靠纸质单据实现信息的流传。根据中国医院协会信息管理专业委员会(CHIMA)的数据^[7](见图1):在其调查的1017家医院中,住院医生工作站系统应用比例最高,达到94.79%;RTIS应用比例最低,仅为13.27%。其中全院使用、部分使用、计划建设、未列入计划的医院分别占13.27%、11.80%、22.12%、52.80%。

如同我国放疗资源在不同地区、不同级别医院分布不均,RTIS在不同级别、经济分层的放疗机构应用比例也不同(见表4)。由表4可知,RTIS在所有类别中的应用都很低,尤其是二级医院,应用比例仅为4.53%。随着国家优势医疗资源下沉的需求,未来更多的县级医院、综合医院、中医医院等中小型医院将新增放疗业务。加强基层放疗建设、提升放疗的同质化水平,对确保行业持续协调共同发展具有重要意义。

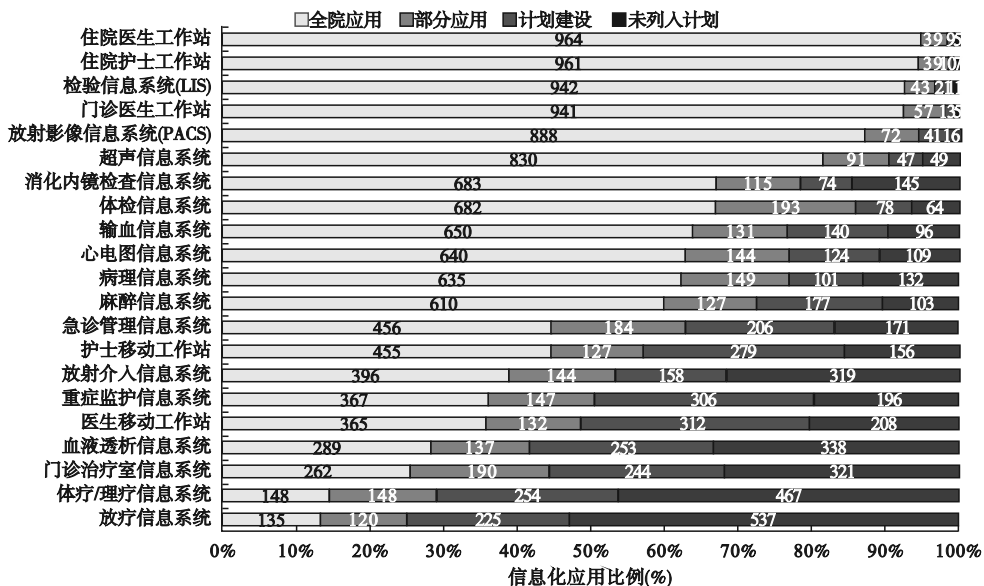


图1 2019—2020年度中国医院信息化状况调查医院的临床业务信息系统应用情况^[7]

2 RTIS产品及特点

国内使用的RTIS可分为三类:国外商用RTIS直接使用或本地化后使用、国内第三方公司研发RTIS、医院自主研发。

表4 2019—2020年度中国医院的放疗信息系统应用情况^[7]

	调研医院(家)	应用RTIS比例(%)
医院级别		
三级医院	642	18.38
二级医院	375	4.53
经济分层		
发达	448	17.41
中等发达	459	10.46
欠发达	110	8.18

2.1 国外商用RTIS

国外RTIS主要为瓦里安的ARIA和医科达的MOSAIQ,大多属于和加速器打包售卖。由于与加速器系统无缝连接,对患者治疗数据(包括治疗处方、技术、野数、次数等)和机器参数(包括Gantry角度、Collimator角度、准直器位置、MLC叶片位置等)可轻松地记录和验证,方便全流程的信息管理,甚至可以直接介入接管竞品加速器,这是第三方RTIS很难做到的。此类RTIS的优势为稳定性好、可无缝衔接加速器。但其缺点为在不同程度上不符合国内工作模式^[8]。

医科达和瓦里安基于中国国情以及客户需求分别对ARIA和MOSAIQ进行了二次开发。其中医科达有针对大中型医院的MIP(Mosaiq Integrate Platform)^[9]和针对中小医院的RT BOX。相比后者,MIP的优势为:(1)功能更齐全,如通过接入医院的HIS实现患者的计费 and 退费功能^[9-10];(2)可定制性更强,如上文提到的接管加速器,以及中山大学肿瘤医院定制的“模具管理”功能。瓦里安的ARIA也有本地化研发^[11],功能除流程管理外,也包括预约管理、收费与退费管理、医嘱管理、叫号系统、数据统计与分析等。

MIP是目前国内使用最多的RTIS,但它的操作流程依然存在较为繁琐的地方,如再出一份计划需耗时十几分钟。此外,这两款RTIS本地化定制的价格很高,达200万~300万,且不包含后续的维保费用。

2.2 国内第三方公司研发RTIS

国产RTIS本地化程度高、可移植性强、灵活度高、共存性好;可以根据科室信息化管理的特点和个性化需求进行定制开发和动态修改,流程更符合国内医护人员的使用习惯,用户体验更好;界面交互更加友好,易操作、亲密度高,可避免一些理解及操作错误。目前国产RTIS与其他系统的接口开发技术逐步成熟和完善,也实现了与HIS等第三方系统的对接。相比国外RTIS的封闭性和水土不服等问题,国产RTIS在二次开发和应用创新方面具有较大的优势,国内使用较多的RTIS及其用户如表5所示。

国产RTIS打破了外国垄断,但目前国产RTIS价格仍普遍偏高。据了解,某医院购买YINO-RTIS软件的费用为885万;而有医院购买ONIS的价格较低,约100多万,但其放疗信息系统没有与HIS实现互联互通。

2.3 医院自主研发

国内多家有技术能力的医院进行了RTIS的自主研发(见表6)。这些基本都达到了较高的自动化、智能化,用户操作简便,工作效率高(功能参见表3)。其中大部分系统都是C/S架构、SQL类数据库服务器,编程语言以C、Java为主。近5年来出现较多B/S架构的系统研发,语言框架呈现多样性,包括C++、JavaScript、PHP、ASP、Nutz、HTML5等。

但是表6中的RTIS基本停留在研究层面,很少落地使用,或者试用一段时间后被商用RTIS取代。由于各医院工作流程的差异,以及所使用HIS、放疗设备、传输网络的不同,导致RTIS在医院之间不能通用。如果RTIS无法适应小科室的实际使用情况,反而会徒增工作量,致使工作效率减低和资源的浪费。

各放疗机构都需要针对科室需求定制并搭建满足自身要求的RTIS;而且随着用户对软件系统、信息及流程管理的理解更加具体和专业,还需进行二次开发,以不断完善其应用模块及功能。故自主研发是最能满足个体化需求,既可以使现有设备和系统得到充分利用、又能避免重复开发和投资。

近年来一些免费开源Web框架及数据库的出现,让医疗机构技术人员自己快速搭建高性能、优雅的

表5 放疗信息管理系统用户举例

厂商	成立时间	系统名称	用户举例
医科达	2004	MIP	中山大学肿瘤医院,湖南省肿瘤医院,广医大附属肿瘤医院,南方医大附院
VARIA	1948		江西省肿瘤医院
深圳医诺	2004	YINO-RTIS	浙江省肿瘤医院,第三军医大学第一附属医院,解放军总医院,上海长海医院,玉林市肿瘤医院 ^[12] ,大庆油田总医院 ^[13]
东方瑞云	2011	ONIS	北京协和医院,江苏省肿瘤医院,北京大学肿瘤医院,吉林白求恩第一医院,上海市胸科医院,宁医大总医院肿瘤医院,中国医科大学附属第一医院
连心医疗	2016	RAIC	四川省肿瘤医院,北京大学第三医院
全域医疗	2015	AOIS	陆军军医大学第一附属医院

表6 医院自主研发的RTIS

年份	医院	架构	数据库服务器	编程语言
2004	安徽省立医院 ^[14]	C/S	SQL SERVERA	Visual Foxpro 5.0
2006	复旦大学肿瘤医院 ^[15]	C/S	SQLServer 2000	Delphi 6.0
2007	解放军第303医院 ^[16]	C/S	SQL Server 2005	Visual C#.NET
2010	大庆油田总医院 ^[17]	C/S	Oracle 9i	Power-Builder 9i
2012	卫生部北京医院 ^[18]	C/S	MySQL	PHP
2015	湖南省肿瘤医院等 ^[19]	B/S	ACCESS 2010, SQL Server2008	ASP
2016	宁夏医科大学总医院肿瘤医院 ^[20]	B/S	MySQL	PHP
2019	中山大学孙逸仙纪念医院 ^[21]	C/S, B/S	PostgreSQL v9.5	C+++JavaScript、HTML5等
2020	广东医科大学附属医院 ^[22]	C/S	MySQL	C++ Qt
2020	福建医科大学附属协和医院 ^[23]	B/S	MySQL	Nutz
2021	解放军总医院第一医学中心 ^[24]	C/S	SQL Server 2008	C#和Java
2021	玉林市第一人民医院 ^[25]	B/S	MySQL	python+Django

RTIS成为可能;尤其是网站后台模块和插件的使用,让开发者完全专注于业务部分。

3 总结与展望

放射治疗是一个有多类型人员参与、多环节组成的治疗流程,一直存在着人工录入出错多、工作效率无法提高等问题。通过引入具有流程管理和质量保证功能的RTIS,可以将分散于放疗流程各个环节的医疗风险统一掌控,可有效地避免医疗风险的发生;帮助科室实现无纸化、信息化办公;通过对患者信息、计划、报告和质量控制等进行统一管理,明显降低管理成本、提高管理效率。

但就目前整体市场环境而言,虽然存在多品牌多类型的RTIS,但真正适合于放疗信息管理的软件并不多,且价格昂贵。目前大多数肿瘤专科医院、部分大中型医院放疗科都是直接购买放疗设备厂家自带的RTIS,并进行本地化改造;国产RTIS近年来崭露头角,在一些医院得到了临床应用。然而RTIS的应用率依然很低(低于15%),放疗的信息化建设依然任重道远。

参 考 文 献

- [1] 中国医学装备协会“十四五”大型医用设备配置规划编制基础研究放射治疗专家组,邱杰,杨波,等.“十四五”大型医用设备规划编制基础研究放射治疗组地区调查研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2022,31(5):405-409.
- [2] 侯岩.放疗地位举足轻重,为何我国放疗设备配置规划整体完成率偏低[C]//第七届协和肿瘤放疗论坛文集.北京:中国医学装备协会,2021.
- [3] 张红志.放射治疗的质量与安全-TG100报告解读[C]//中华医学学会第十三次全国放射肿瘤治疗学学术会议论文集.北京:中华医学学会,2016.
- [4] 金军标,戴海芬,郭亚枫,等.围绕放疗管理信息系统构建管理模式的效果分析[J].中医药管理杂志,2019,27(18):62-63.
- [5] 雷彦俊,吕魏潇,蔡飞霞.放疗科前期工作管理信息系统的设计与应用[J].中医药管理杂志,2020,28(15):60-61.
- [6] 周峰,丁小倩,孙颖,等.医院放疗管理信息系统用户评价及影响因素分析[J].现代医院,2015,15(1):137-139,143.

- [7] 中国医院协会信息专业委员会.2019—2020年中国医院信息化状况调查[R].北京:电子工业出版社,2021:1-107.
- [8] 陈俊超,王佳舟,徐志勇.放疗网络与信息系统[J].中国医学物理学杂志,2011,28(5):2913-2916.
- [9] 杨鑫,何振宇,姜晓勃,等.基于放疗流程的信息整合平台系统研发与应用[J].中华放射肿瘤学杂志,2017,26(8):918-923.
- [10] 高兴旺,张广顺,陈利,等.肿瘤放疗信息网络一体化管理平台的研发及临床实践[J].中华放射肿瘤学杂志,2016,25(4):395-400.
- [11] 张云,王小平,姚战江,等.Varian本地化放疗信息管理系统的开发与运用[J].中国数字医学,2017,12(8):88-90.
- [12] 朱均强,班卫华.医诺尔放疗治疗信息系统(RTIS-Yino)在放疗治疗中的应用[J].现代肿瘤医学,2016,24(23):3806-3809.
- [13] 初铮.应用医诺管理软件实现放疗科放疗信息管理[J].中国管理信息化,2017,20(23):196-197.
- [14] 赵于飞,张红雁,马军,等.放疗治疗计算机信息管理系统的开发与运用[J].中华放射肿瘤学杂志,2004,13(2):131-133.
- [15] 徐志勇,傅小龙,宋亮,等.放疗网络系统的研制和应用[J].中华放射肿瘤学杂志,2006(5):416-418.
- [16] 廖福锡,王卓宇,黄坚,等.科学统计型放疗信息系统的开发[J].医疗卫生装备,2007,28(10):70-71.
- [17] 庄永志,赵金早.基于医院信息系统的放疗计划管理系统的安全方案设计[J].中华放射肿瘤学杂志,2010,19(2):153-155.
- [18] 吴钦宏,李高峰,钟秋子,等.基于放疗流程的放疗信息管理系统软件设计与实践[J].中华放射肿瘤学杂志,2012,21(2):160-162.
- [19] 吴智理,张九莹,倪千喜,等.放疗信息管理系统的研发与应用[J].中华放射肿瘤学杂志,2015,24(6):680-683.
- [20] 曹磊,马国鹏,马利亚.放疗治疗计划管理信息系统的设计与实现[J].中国数字医学,2016,11(12):44-46.
- [21] 陈锦树,马玉家,黄江华,等.多技术集成的放疗信息系统开发与运用[J].中华放射肿瘤学杂志,2019,28(9):701-705.
- [22] 胡胜文,梁玉新,郭瑞锋,等.基于C/S结构的放疗信息系统研发[J].中国数字医学,2020,15(3):63-65.
- [23] 杨水荣,叶晓燕,李小波,等.肿瘤放疗质量管理体系设计与实现[J].中华放射肿瘤学杂志,2020,29(4):300-301,303.
- [24] 杨涛,曲宝林,戴相昆,等.国产放疗信息系统的部署及临床应用创新[J].中国医疗设备,2021,36(4):94-98.
- [25] 欧诚意,于淑春,林展,等.基于模块化设计的放疗信息管理系统研究与实现[J].医学信息,2021,34(23):19-21.

通信作者:付廷岩(1986-),男,硕士,工程师;研究方向:医学物理、核物理。

收稿日期:2023-03-14

修回日期:2023-03-30

(编辑 马兰)