

中国放疗供给侧现状与智能化远程技术研究进展

杨一威¹, 邓小武², 尹勇³, 宋婷⁴, 于晓鹏⁵, 孔德兴⁶, 邓金城⁷, 巩贯忠³, 陈利², 刘鑫⁵, 陈媛媛¹, 刘鹏¹, 徐裕金¹, 季永领¹, 殷卓敏¹, 张婕¹, 白雪¹, 邵凯南¹, 单国平¹, 王彬冰¹, 刘吉平¹, 陈明¹

(1.中国科学院大学附属肿瘤医院(浙江省肿瘤医院), 中国科学院基础医学与肿瘤研究所, 浙江 杭州 310022; 2.中山大学肿瘤防治中心, 华南肿瘤学国家重点实验室, 肿瘤医学协同创新中心, 广东 广州 510060; 3.山东省肿瘤防治研究院(山东省肿瘤医院), 山东第一医科大学(山东省医学科学院), 山东 济南 250117; 4.南方医科大学生物医学工程学院, 广东 广州 510515; 5.东软医疗科技有限公司, 上海 200241; 6.浙江大学数学科学学院, 浙江 杭州 310027; 7.深圳市医诺智能科技发展有限公司, 广东 深圳 518052)

摘要:癌症严重危害人类健康。放疗是仅次于手术的癌症重要治疗手段,我国每年新发癌症病例中有一半需要放疗的患者因各种原因未得到放疗,对癌症5年生存率的负面影响不容忽视。中国放疗需求与可及性失衡存在人才缺乏、设备不足、资源分配不均、认识不到位、服务水平参差不齐等影响因素。“互联网+”、“物联网+”、人工智能等新理念和新技术正在迅速进入放疗领域,是改善放疗供给侧失衡的有效手段。全文从放疗供给侧现状出发,阐述了放疗供给侧改革的必要性,探索通过智能化远程放疗来解决我国放疗发展不平衡和不充分的矛盾,造福癌症患者。

关键词:放疗供给侧;远程放疗;服务模式;人工智能

中图分类号:R445 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-170X(2021)03-0161-03

doi:10.11735/j.issn.1671-170X.2021.03.B001

Status quo of Radiotherapy Supply Side and Research Progress on Application of Intelligent Remote Technology

YANG Yi-wei¹, DENG Xiao-wu², YING Yong³, SONG Ting⁴, YU Xiao-peng⁵, KONG De-xing⁶, DENG Jin-cheng⁷, GONG Guan-zhong³, CHEN Li², LIU Xin⁵, Chen Yuan-yuan¹, LIU Peng¹, XU Yu-jin¹, JI Yong-ling¹, YIN Zhuo-min¹, ZHANG Jie¹, BAI Xue¹, SHAO Kai-nan¹, SHAN Guo-ping¹, WANG Bin-bing¹, LIU Ji-ping¹, CHEN Ming¹

(1. The Cancer Hospital of the University of Chinese Academy of Sciences(Zhejiang Cancer Hospital), Institute of Basic Medicine and Cancer(IBM), Chinese Academy of Sciences, Hangzhou 310022, China; 2. Sun Yat-sen University Cancer Center, State Key Laboratory of Oncology in South China, Collaborative Innovation Center for Cancer Medicine, Guangzhou 510060, China; 3. Shandong Cancer Hospital & Institute, Shandong First Medical University & Shandong Academy of Medical Sciences, Jinan 250117, China; 4. School of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; 5. Neusoft Medical Systems Co., Ltd., Shanghai 200241, China; 6. School of Mathematical Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China; 7. Shenzhen Yino Intelligence Technology Co., Ltd., Shenzhen 518052, China)

Abstract: Cancer is a serious threat to human health. Radiotherapy is the second most important treatment for cancer after surgery. In China, half of the new cancer patients who need radiotherapy for treatment, cannot access to radiotherapy due to various reasons, the negative impact of which on the survival of patients cannot be ignored. The reasons for the imbalance between demand and accessibility of radiotherapy in China include lack of trained personnel, inadequate equipments, uneven resource distribution, insufficient awareness of the importance, and uneven service quality of radiotherapy. New concepts and technologies such as Internet plus, Internet of things plus and artificial intelligence are rapidly entering the field of radiotherapy and become effective means to improve the supply-side imbalance of radiotherapy. Based on the present situation of radiotherapy supply side, this review expounds the necessity of radiotherapy supply-side reform, and explores the solution for imbalanced and inadequate radiotherapy development through intelligent remote radiotherapy, so as to benefit cancer patients in China.

Subject words: radiotherapy supply side; remote radiotherapy; service mode; artificial intelligence

基金项目:国家重点研发计划(2017YFC0113200); 浙江省重点研发计划(2019C03003)

通信作者:陈明, 常务副院长, 教授, 博士生导师, 主任医师, 医学博士; 中国科学院大学附属肿瘤医院(浙江省肿瘤医院), 浙江省杭州市拱墅区半山园1号(310022); E-mail: chenming@zjcc.org.cn

收稿日期:2021-03-10

癌症是威胁人类健康最严重的疾病之一。2015年我国癌症新发病例数约392.9万例,占全球癌症新发病例数的20%以上,其中恶性肿瘤发病率为285.83/10万,死亡率为170.05/10万,5年生存率仅为40.5%,远低于美国的66.9%^[1-2]。放疗是癌症的主要治疗手段之一,约60%的患者在病程中需要放疗,其对癌症治疗5年生存率的贡献仅次于手术。全文就我国放疗供给侧存在的一些问题及智能化远程放疗的研究进展分享如下。

1 中国放疗供给侧现状

我国癌症患者的5年生存率与欧美国家差距巨大,重要原因之一就是放疗供给侧存在发展不平衡和不充分的问题。我国每年新发癌症患者约400万例,按50%的保守估计,约200万患者需要放疗,然而实际放疗仅约100万人。换言之,有一半需要放疗的患者因各种原因未得到放疗,其可能的原因有^[3]:(1)培养体系不完善。目前仅4所大学在本科阶段系统开设放射肿瘤学课程,研究生和住院医师培养体系中对放疗人才的培养有待加强。(2)专业人才短缺。

全国有放疗医生14 575名,物理师4172名,均远低于发达国家水平。(3)设备投放不足。我国每百万人口拥有1.5台加速器,而美国为12台,欧洲5~8台。(4)区域发展不平衡。如山东省有超过200个放疗单位,而浙江省仅有57个。(5)对放疗的认识不足。癌症治疗的规范化程度有待提高。(6)各放疗单位忙闲不均,资源不足与浪费并存。(7)各层级放疗单位水平参差不齐,同质化水平不高。

2 智能化远程放疗服务解决方案

放疗可及性不足和同质化水平不高反映了患者日益增长的放疗需求与不平衡不充分的发展之间的矛盾,是当前亟待解决的重大公共卫生问题。针对我国放疗供给侧失衡的现状,科技部的国家重点研发计划设置了重点专项,旨在推动大数据、人工智能、远程技术在放疗中的应用。中国科学院大学附属肿瘤医院(浙江省肿瘤医院)、中山大学肿瘤医院、山东省肿瘤医院、南方医科大学、浙江大学、东软医疗科技有限公司和深圳市医诺智能科技发展有限公司组建了我国东南区域实力强劲的研发团队,于2016年



底提出了通过智能化远程放疗服务模式,以提高有限的专家资源服务基层的能力和效率,解决放疗单位之间忙闲不均和服务质量参差不齐的问题,逐步引导患者在本地接受放疗,为促进分级诊疗提供技术和平台保障。

2017年7月,“基于大数据和人工智能的远程放疗服务模式研究”正式获批国家重点研发计划专项,项目组经过三年不懈努力,收获以下技术成果:(1)建立了优质放疗大数据库;(2)开发了自动勾画系列软件,并于2019年组织了全球首次AI靶区勾画比赛^[4-5];(3)开发了智能放疗计划系统,已在肺癌放射外科和乳腺癌放疗计划上取得满意效果^[6-9];(4)建立了放疗设备物联网和放疗设备数据库,开发了智能化线上预警和质控体系;(5)搭建了远程放疗服务云平台。以上5个方面的技术成果,共获得5个发明专利、9个软件著作权和2项医疗器械三类注册证。

在创新技术的支撑下,项目组探索并创立了我智能化远程放疗服务模式,主要内容如下:(1)制定了我国首个智能化远程放疗服务模式体系文件和专家共识;(2)搭建了智能化远程放疗服务模式的业务架构和需求导向的分级诊疗平台;(3)签约了45位国内外知名放疗医生和物理师;(4)与阿里健康、深圳市医诺智能科技发展有限公司和杭州智睿云康医疗科技有限公司等第三方机构一起探索出了一套行之有效的运营机制;(5)在支付宝开通了业务和支付入口,初步探索了价格体系和盈利模式;(6)在国家卫生健康委员会有关部门的支持下,推动了第三方独立放疗中心政策的探索和论证。

3 智能化远程放疗服务示范应用

在示范应用方面,远程放疗服务中心已落户杭州、广州、济南、沈阳和重庆,并逐步辐射到近百家基层医院,其成效如下:(1)与传统的线下会诊相比,新模式省去了诸多耗时环节,整体服务效率提高3~8倍;(2)各部位自动勾画感兴趣区域的速度提高3~10倍;(3)肺癌放射外科自动放疗计划速度提高约4倍;(4)智能化加速器月检质控效率提高30%;(5)省去了专家交通食宿等费用,患者花费减少40%~60%;(6)不同单位放疗的同质化水平明显得到提升。2020

年10月9日,浙江省肿瘤医院—马里国家医疗中心远程放疗服务正式开通,为马里共和国及其周边邻国提供优质服务,开启了智能化远程放疗模式的“一带一路”旅程。

在疫情防控常态化的当下,智能化远程放疗系列技术的创新和基于云平台的远程服务模式探索,为改善我国放疗可及性不足和同质化水平不高的现状,提供了有效的解决方案。

参考文献:

- [1] 郑荣寿,孙可欣,张思维,等. 2015年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志,2019,41(1):19-28.
Zheng RS,Sun KX,Zhang SW,et al. Report of cancer epidemiology in China,2015 [J]. Chinese Journal of Oncology,2019,41(1):19-28.
- [2] World Health Organization(WHO). World cancer report 2020 [EB/OL]. https://www.iarc.fr/cards_page/world_cancer_report,2021-03-10.
- [3] 张烨,易俊林,姜威,等. 2019年中国大陆地区放疗人员和设备基本情况调查研究[J]. 中国肿瘤,2020,29(5):4-9.
Zhang Y,Yi JL,Jiang W,et al. Survey on the basic information of personnel and facilities of radiotherapy in Chinese mainland in 2019[J]. China Cancer,29(5):4-9.
- [4] Gao YH,Huang R,Yang Y,et al. FocusNet2:imbalanced large and small organ segmentation with adversarial shape constraint for head and neck CT images [J]. Med Image Anal,2021,67(1):101831.
- [5] 邓金城,彭应林,刘常春,等. 深度卷积神经网络在放射治疗计划图像分割中的应用[J]. 中国医学物理学杂志,2018,35(6):621-627.
Deng JC,Peng YL,Liu CC,et al. Application of deep convolution neural network in radiotherapy planning image segmentation[J]. Chinese Journal of Medical Physics,2018,35(6):621-627.
- [6] Qi M,Li Y,Wu A,et al. Region-specific three-dimensional dose distribution prediction:a feasibility study on prostate VMAT cases[J]. J Radiat Res Appl Sci,2020,13(1):485-495.
- [7] 吴艾茜,李永宝,元孟科,等. 三种智慧放疗计划预测模型的性能评价 [J]. 中华放射肿瘤学杂志,2020,29(05):363-368.
Wu AQ,Li YB,Qi MK,et al. Evaluation of three predictive models of knowledge-based treatment strategies for radiotherapy [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology,2020,29(05):363-368.
- [8] Bai X,Wang B,Wang S,et al. Radiotherapy dose distribution prediction for breast cancer using deformable image registration[J]. Biomed Eng Online,2020,19(1):39.
- [9] Bai X,Shan G,Chen M,et al. Approach and assessment of automated stereotactic radiotherapy planning for early stage non-small-cell lung cancer [J]. Biomed Eng Online,2019,18(1):101.