

青岛市放射治疗与核医学现状调查

刘珍友¹, 种法柱², 张秀云³, 刘洁¹, 车紫荆¹, 傅强⁴

1. 青岛市第八人民医院, 山东 青岛 266121; 2. 山东鑫宁检测技术有限公司, 山东 济南 250199;

3. 青岛市中心医院, 山东 青岛 266042; 4. 青岛市市立医院, 山东 青岛 266011

摘要: **目的** 了解青岛市放射治疗与核医学资源的应用情况, 为青岛市放射治疗与核医学的发展提供数据基础。**方法** 全市范围内对所有开展放射治疗与核医学业务的医疗机构进行问卷调查并进行汇总分析。**结果** 青岛市共有 18 家医疗机构开展了放射治疗, 其中三级医院 12 家(66.67%), 二级医院 6 家(33.33%)。共有各类放射治疗设备 29 台, 包括直线加速器 24 台(82.76%), 后装机 4 台(13.79%), 螺旋断层治疗装置 1 台(3.45%)。79.68% 的病人选择三级医院进行放疗。青岛市 5 家医疗机构开设了核医学科, 全部位于三级医院。核医学设备包括 PET-CT 5 台、SPECT 7 台、回旋加速器 2 台。**结论** 青岛市放射治疗设备配置率高于全国平均水平, 但人员配备不均衡; 部分二级医院缺少医学物理人员; 核医学在设备和人员方面的普及率有待提高。

关键词: 放射治疗; 放疗设备; 核医学; 核医学设备

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2022)04-0456-04

An investigation of current status of radiotherapy and nuclear medicine in Qingdao, China

LIU Zhenyou¹, CHONG Fazhu², ZHANG Xiuyun³, LIU Jie¹, CHE Zijing¹, FU Qiang⁴

1. The 8th People's Hospital of Qingdao, Qingdao 266121 China; 2. Shandong Xinning Detection Technology Co., Ltd, Jinan 250199 China; 3. Qingdao Central Hospital, Qingdao 266042 China;

4. Qingdao Municipal Hospital, Qingdao 266011 China

Abstract: **Objective** To investigate the application status of radiotherapy and nuclear medicine resources in Qingdao, China, and to provide a data foundation for the development of radiotherapy and nuclear medicine in this city. **Methods** A questionnaire survey was performed on all medical institutions with radiotherapy and nuclear medicine services across Qingdao. The cut off date for questionnaire data pooling was March 31, 2021. **Results** A total of 18 hospitals have radiotherapy services in Qingdao, including 12 (66.67%) tertiary hospitals and 6 (33.33%) secondary hospitals. There were 29 pieces of radiotherapy equipment in total, including 24 (82.76%) linear accelerators, 4(13.79%) brachytherapy units, and 1(3.45%) helical tomotherapy unit. Among all patients with radiotherapy in Qingdao, 79.68% were treated in tertiary hospitals. Nuclear medicine departments have been set up in five medical institutions in Qingdao, all in tertiary hospitals. There were five PET-CT scanners, seven SPECT scanners, and two cyclotrons in these nuclear medicine departments. **Conclusion** Qingdao had a higher radiotherapy equipping rate than the national average level, but with an uneven personnel distribution. Some secondary hospitals were short of medical physicists. The penetration rates of nuclear medicine equipment and personnel should be improved.

Keywords: Radiotherapy; Radiotherapy equipment; Nuclear medicine; Nuclear medicine equipment

Corresponding author: FU Qiang, E-mail: qdyxzk@163.com

根据世界卫生组织(WHO)统计, 恶性肿瘤已经成为最常见的死亡原因之一^[1-2]。中国作为人口大国, 癌症发病率和死亡率也在逐年上升。恶性肿瘤已经成为中国城市居民死亡的首要原因^[3]。2020 年, 全球恶性肿瘤 24% 的新发病例和 30% 的死亡病例发生在

中国^[4]。在肿瘤的综合治疗中, 放射治疗起着非常重要的作用。约有 48.3% 的癌症病人会因为放射治疗而获益^[5]。核医学应用水平也往往体现了一个地区医疗水平的高低^[6]。为全面了解青岛市放射治疗和核医学资源的使用情况, 对青岛市所有开展放射治疗和核

医学的医疗机构进行调查并做分析。

1 调查范围与方法

1.1 调查范围 全市范围内所有开展放射治疗和核医学活动的医疗机构进行问卷调查,填写基本情况调查表,收回问卷后统一汇总。所有数据统计时间为 2020 年 4 月 1 日—2021 年 3 月 31 日。

1.2 质量控制 调查前制定统一的表格,并对全市医疗机构的相关填报人员进行培训。各级医疗机构优先采用医院信息系统数据,没有信息系统的采用手工统计的填报方式。数据汇总后,由专门人员进行审核,发现逻辑错误或漏报、错报等情况后与医疗机构进行沟通核实,并抽检部分医疗机构信息进行复核,以确保信息准确无误。

1.3 放射治疗设备分类 包括钴-60 治疗机、电子直线加速器、X 刀、 γ 刀、后装机、螺旋断层治疗装置、射波刀、质子加速器、重粒子加速器等直接用于放射治疗的设备。

1.4 放射治疗辅助设备 包括模拟定位机、大孔径 CT 等。

1.5 核医学设备分类 PET-CT、SPECT(SPECT/CT)、回旋加速器、 γ 照相机。

1.6 数据处理 所有数据均录入 Excel 2017,并对数据进行汇总和处理。每百万人口设备数计算公式:设备数/青岛市常住人口数 $\times 1\,000\,000$ 。

2 结果

2.1 青岛市放射治疗机构基本情况 青岛市共有各类医疗机构 230 家,其中 18 家开展了放射治疗业务(三级医院 12 家,二级医院 6 家)。放射治疗医师及护士人数三级医院和二级医院占比分别为 81.13% 和 18.87%,工作人员男女比例 1.14:1.0。各级医疗机构中,除了 2 家二级医院,其余各放射治疗单位均配备了医学物理人员。兼职物理人员略多于专职人员。

三级医院的放射治疗病人占全市所有放疗病人的 79.68%,二级医院占比 20.32%。三级医院和二级医院放射治疗人数的比值为 3.92:1。一级医院和未评级医院均未配置放射治疗设备。见表 1。

表 1 青岛市放射治疗机构基本情况及构成比

Table 1 Basic information and constituent ratio of radiotherapy institutions in Qingdao

| | 三级医院 | 二级医院 | 一级医院 | 未评级医院 | 合计 |
|------------|---------------|--------------|------------|------------|--------|
| 医疗机构总数 | 23(10.00%) | 61(26.52%) | 99(43.04%) | 47(20.43%) | 230 |
| 开展放射治疗的机构 | 12(66.67%) | 6(33.33%) | 0 | 0 | 18 |
| 放射治疗医师(护士) | 288(81.13%) | 67(18.87%) | 0 | 0 | 355 |
| 男 | 157 | 32 | 0 | 0 | 189 |
| 女 | 131 | 35 | 0 | 0 | 166 |
| 专职医学物理人员 | 59(92.19%) | 5(7.81%) | 0 | 0 | 64 |
| 兼职医学物理人员 | 60(90.91%) | 6(9.09%) | 0 | 0 | 66 |
| 放射治疗人次 | 10451(79.68%) | 2666(20.32%) | 0 | 0 | 13 117 |

2.2 青岛市放射治疗设备分布 本次调查发现,青岛市共有各类放射治疗设备 29 台,包括电子直线加速器 24 台(82.76%),后装机 4 台(13.79%),螺旋断层治疗装置 1 台(3.45%)。见表 2。

表 2 青岛市放射治疗设备分布

Table 2 Distribution of radiotherapy equipment in Qingdao

| | 三级医院 | 二级医院 | 一级医院 | 未评级医院 | 合计 |
|----------|---------|--------|------|-------|----|
| 电子直线加速器 | 18(75%) | 6(25%) | 0 | 0 | 24 |
| 后装机 | 4(100%) | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 螺旋断层治疗装置 | 1(100%) | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 放射治疗辅助设备 | 9(90%) | 1(10%) | 0 | 0 | 10 |

2.3 放射治疗的放射防护管理 各放射治疗单位均配备了个人剂量报警仪和辐射巡测仪。三级医院配置个人剂量报警仪共 37 台(47.44%),二级医院共 41 台(52.56%),二级医院个人剂量报警仪的配备情况好于三级医院。辐射巡测仪三级医院共配置 19 台(73.08%),二级医院共配置 7 台(26.92%)。

各单位均开展了放射治疗设备的稳定性检测,检测周期均为 1 年。

2.4 青岛市核医学设备及人员 青岛市共有 5 家医疗机构开设了核医学科,全部位于三级医院(100%, 5/5),占有三级医院总数的 21.74%,占青岛市所有医疗机构总数的 2.17%。4 家医院(共 5 台设备)开展

了正电子显像(PET-CT)(80.00%, 4/5)。5 家医院(共 7 台设备)开展了单光子显像(SPECT)(100.00%, 5/5)。2 家医院配备了回旋加速器(40.00%, 2/5)。全市共有核医学工作人员 110 人, 平均每家医院 22 人。最多的科室 45 人, 最少 4 人。男女性别比例为 0.86:1。见表 3 和表 4。

表 3 青岛市核医学设备及人员分布

Table 3 Distributions of nuclear medicine equipment and staff in Qingdao

| | 三级医院 | 二级医院 | 一级医院 | 未评级医院 | 合计 |
|------------|------|------|------|-------|-----|
| 设置核医学科的医院数 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| PET-CT | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| SPECT | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 回旋加速器 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| γ相机 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 核医学放射工作人员数 | 110 | 0 | 0 | 0 | 110 |
| 男 | 51 | 0 | 0 | 0 | 51 |
| 女 | 59 | 0 | 0 | 0 | 59 |

表 4 青岛市大型核医学设备分布

Table 4 Distribution of large nuclear medicine equipment in Qingdao

| 核医学科 | A | B | C | D | E | 合计 |
|--------|---|---|---|---|---|----|
| PET-CT | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| SPECT | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 7 |
| 回旋加速器 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 合计 | 1 | 2 | 2 | 6 | 3 | 14 |

2020—2021 年度, 全市共进行核医学诊断 41 914 人次, 治疗 4 236 人次。

2.5 核医学放射防护管理 全市 5 家核医学科均配备了表面污染仪和放射活度计。前者共 12 台, 最多的核医学科配置 3 台; 后者共 11 台, 最多的核医学科配置 3 台。所有核医学科均配置了个人防护用品。其中铅围裙 49 件, 铅帽 41 件, 铅颈套 58 件, 铅手套 14 件, 铅眼镜 37 件, 移动铅防护屏及床侧防护帘等 52 件。

3 讨论

3.1 放射治疗设备及人员 本次调查发现, 青岛市共有各类放射治疗设备 29 台, 其中绝大多数为电子直线加速器(82.76%), 高端螺旋断层治疗装置仅有 1 台。青岛市 2020 年常住人口 1 007.17 万人^[7], 平均

每百万人口放射治疗设备 2.87 台。薛旭东等统计, 2017 年合肥市放射治疗设备 3.30 台/百万人口, 安徽全省平均 1.61 台^[8]。上海市 2005 年共有各类放射治疗设备 51 台, 平均每百万人口 4.0 台^[9]。2015 年天津市每百万人口放射治疗设备 2.0 台^[10]。张烨等统计 2019 年全国平均 1.5 台/百万人口^[11]。西方发达国家中, 2008 年美国的兆伏放射治疗设备每百万人口 8.2 台^[12]。2014 年, 欧洲每百万人口各类放射治疗设备 6.197~6.72 台^[13-14]。对比来看, 青岛市的放射治疗设备数位居全国中等水平, 但距离国内其他经济发达地区和发达国家水平尚有一定差距。

在医学物理人员的配备上, 三级医院人员较为充足, 平均每家医院 9.92 人(119/12)。但二级医院平均每家医院仅有 1.83 人(11/6), 甚至有 2 家医院没有专(兼)职医学物理人员, 需要加强人员的培养和投入。

根据国际原子能机构的测算, 每台放射治疗设备大约能够治疗的人数约为 500 人次/年^[12]。2020—2021 年, 青岛全市接受放疗的人数为 13 117 人, 平均每台设备 452.3 人次, 接近饱和。山东省恶性肿瘤发病率为 275.75/10 万人^[15], 每年全市新发恶性肿瘤病人 27 772 人。按照 50% 的病人需要接受放射治疗计算^[16], 放疗的新发病人数为 13 886 人, 高于实际治疗人次。但本次数据中的年治疗人次包含了原发肿瘤的放疗和转移部位的放疗, 因此仍有相当数量的恶性肿瘤病人本该接受放疗而没有得到放射治疗。而且随着老龄化的加剧, 恶性肿瘤的发病率也会逐年上升^[3], 因此需要继续增加放疗的参与度和可及性。

3.2 核医学设备及人员 近年来, 随着 PET-CT 和 PET-MRI 等大型设备的应用, 临床核医学发展迅速, 尤其在肿瘤的早期诊断和全身检测方面起到了巨大的推动作用。青岛市核医学科均设置于大型三甲医院, PET-CT 和 SPECT 合计 12 台, 平均每百万人口 1.19 台。其中 PET-CT 每百万人口 0.496 台, SPECT 每百万人口 0.695 台。北京市 2019 年配置 PET-CT 21 台, 每百万人口 0.98 台^[17]。日本、德国和美国 PET-CT 的配置率分别为每百万人口 3.6 台、1.2 台和 6.5 台^[18-19]。与上述国内一线城市和发达国家相比, 青岛市的核医学设备配置率还有较大的上升空间。

2020—2021 年青岛市核医学诊断频度 4.16 人次/千人口, 治疗频度 0.42 人次/千人口。总体核医学诊疗频度 4.58 人次/千人口。高于福建省(2016 年 2.4 人次/千人口)^[20]、河北省(2018 年核医学诊断和治疗频度分别为 1.89 人次/千人口、0.23 人次/千人口)^[21]、石家庄(2017 年核医学诊断频度 2.96 人次/千

人口, 治疗频度 0.76 人次/千人口^[22]。但低于广州市 (2018 年核医学诊断频度 11.10/千人口、治疗频度 1.23 人次/千人口)^[23] 的诊疗频度。国际 I 类保健国家核医学诊断和治疗频度分别为 19 人次/千人口和 0.47 人次/千人口^[6]。青岛市核医学应用处于国内中等水平, 诊断频度与国际 I 类保健国家水平差距较大, 但治疗频度与 I 类保健国家水平相当。

青岛市的放射治疗设备配置率高于全国平均水平, 但尚不能完全满足现有病人的医疗需求。三级医院人员配备比较齐全, 部分二级医院缺少医学物理人员, 需要增加人员的培养和投入, 核医学在设备和人员方面的普及率有待提高。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 排名无争议。文章不涉及任何利益冲突

作者贡献声明 刘珍友负责确定研究对象范围、收集数据、采集与分析数据; 傅强负责文献调研与整理; 种法柱、张秀云负责数据统计; 刘洁和车紫荆负责数据统计与分析

参考文献

- [1] World Health Organization. The top 10 causes of death[EB/OL]. (2020-12-09)[2022-01-29]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
- [2] Vineis P, Wild CP. Global cancer patterns: causes and prevention[J]. *Lancet*, 2014, 383 (9916): 549-557. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)62224-2.
- [3] 国家卫生健康委员会. 2019 中国卫生健康统计年鉴[EB/OL]. (2020-06-16)[2022-02-26]. <http://www.nhc.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/tjtjnj/202106/04bd2ba9592f4a70b78d80ea50bfe96e.shtml>. National Health Commission of the People's Republic of China. 2019 China health statistical yearbook[EB/OL]. (2020-06-16)[2022-02-26]. <http://www.nhc.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/tjtjnj/202106/04bd2ba9592f4a70b78d80ea50bfe96e.shtml>.
- [4] Cao W, Chen HD, Yu YW, et al. Changing profiles of cancer burden worldwide and in China: a secondary analysis of the global cancer statistics 2020[J]. *Chin Med J*, 2021, 134 (7): 783-791. DOI: 10.1097/CM9.0000000000001474.
- [5] Barton MB, Jacob S, Shafiq J, et al. Estimating the demand for radiotherapy from the evidence: A review of changes from 2003 to 2012[J]. *Radiother Oncol*, 2014, 112 (1): 140-144. DOI: 10.1016/j.radonc.2014.03.024.
- [6] United Nations. United Nations scientific committee on the effects of atomic radiation: sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2008 report[R]. New York: United Nations, 2010.
- [7] 青岛市统计局. 青岛市第七次全国人口普查公报[R]. 青岛: 青岛市统计局, 2021. Qingdao Municipal Statistics Bureau. The 7th national population bulletin of Qingdao[R]. Qingdao: Qingdao Municipal Statistics Bureau, 2021.
- [8] 薛旭东, 马军, 吴爱东, 等. 2017 年安徽省放射治疗基本情况调查研究[J]. *安徽医药*, 2019, 23 (7): 1333-1336. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2019.07.015.
- [9] 高林峰, 郭常义, 沈耀芳, 等. 上海市放射诊疗设备资源调查和分析[J]. *中国辐射卫生*, 2007, 16 (3): 321-322. DOI: 10.3969/j.issn.1004-714X.2007.03.038.
- [10] Gao LF, Guo CY, Shen YF, et al. Survey and analysis of radiodiagnosis and radiotherapy equipments in Shanghai[J]. *Chin J Radiol Health*, 2007, 16 (3): 321-322. DOI: 10.3969/j.issn.1004-714X.2007.03.038.
- [11] 郝欣欣, 于信波, 阮水富. 天津市放射诊疗设备配置现状与对策[J]. *中国公共卫生管理*, 2016, 32 (6): 911-912,865. DOI: 10.19568/j.cnki.23-1318.2016.06.048.
- [12] Hao XX, Yu XB, Ruan SF. Current situation and strategy of radiology diagnosis and therapy equipment configuration in Tianjin[J]. *Chin J Public Health Manage*, 2016, 32 (6): 911-912,865. DOI: 10.19568/j.cnki.23-1318.2016.06.048.
- [13] 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): 321-326. DOI: 10.11735/j.issn.1004-0242.2020.05.A001.
- [14] 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*, 2020, 29 (5): 321-326. DOI: 10.11735/j.issn.1004-0242.2020.05.A001.
- [15] IAEA. Setting up a radiotherapy programme: clinical, medical physics, radiation protection and safety aspects[M]. Vienna: IAEA, 2008.
- [16] Bellometti S, Nube G, Alongi F, et al. Radiotherapy activities and technological equipment in Veneto, Italy: a report from the Rete Radioterapica Veneta[J]. *Radiol Med*, 2021, 126 (4): 623-629. DOI: 10.1007/s11547-020-01308-6.
- [17] Grau C, Defourny N, Malicki J, et al. Radiotherapy equipment and departments in the European countries: final results from the ESTRO-HERO survey[J]. *Radiother Oncol*, 2014, 112 (2): 155-164. DOI: 10.1016/j.radonc.2014.08.029.
- [18] 姜帆, 付振涛, 陈先献, 等. 2016 年山东省恶性肿瘤发病与死亡水平分析[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2021, 28 (11): 797-804. DOI: 10.16073/j.cnki.cjcpt.2021.11.01.
- [19] Jiang F, Fu ZT, Chen XX, et al. Malignant cancer incidence and mortality in Shandong Province, 2016[J]. *Chin J Cancer Prev Treat*, 2021, 28 (11): 797-804. DOI: 10.16073/j.cnki.cjcpt.2021.11.01.
- [20] Delaney G, Jacob S, Featherstone C, et al. The role of radiotherapy in cancer treatment: estimating optimal utilization from a review of evidence-based clinical guidelines[J]. *Cancer*, 2005, 104 (6): 1129-1137. DOI: 10.1002/cncr.21324.

- algorithms reference guide[M]. Palo Alto: Varian Medical Systems, 2017.
- [6] Nuytens JJ, Robertson JM, Yan D, et al. The influence of small bowel motion on both a conventional three-field and intensity modulated radiation therapy (IMRT) for rectal cancer[J]. *Cancer Radiother*, 2004, 8 (5) : 297-304. DOI: [10.1016/j.canrad.2004.08.001](https://doi.org/10.1016/j.canrad.2004.08.001).
- [7] Hodapp N. Der ICRU-report 83: verordnung, dokumentation und kommunikation der fluenzmodulierten photonenstrahlentherapie (IMRT)[J]. *Strahlenther Onkol*, 2012, 188 (1) : 97-100. DOI: [10.1007/s00066-011-0015-x](https://doi.org/10.1007/s00066-011-0015-x).
- [8] 吴哲, 庞亚, 王东, 等. 通量平滑度在直肠癌固定野调强放射治疗的剂量学评估[J]. *中国医学装备*, 2021, 18 (7) : 22-27. DOI: [10.3969/J.ISSN.1672-8270.2021.07.006](https://doi.org/10.3969/J.ISSN.1672-8270.2021.07.006).
- Wu Z, Pang Y, Wang D, et al. Dosimetric assessment of fluence-smoothness on IMRT of fixed-field on rectal cancer[J]. *China Med Equip*, 2021, 18 (7) : 22-27. DOI: [10.3969/J.ISSN.1672-8270.2021.07.006](https://doi.org/10.3969/J.ISSN.1672-8270.2021.07.006).
- [9] Wang D, Denittis A, Hu YB. Strategies to optimize stereotactic radiosurgery plans for brain tumors with volumetric-modulated arc therapy[J]. *J Appl Clin Med Phys*, 2020, 21 (3) : 45-51. DOI: [10.1002/acm2.12818](https://doi.org/10.1002/acm2.12818).
- [10] Bell JP, Patel P, Higgins K, et al. Fine-tuning the normal tissue objective in eclipse for lung stereotactic body radiation therapy[J]. *Med Dosim*, 2018, 43 (4) : 344-350. DOI: [10.1016/j.meddos.2017.11.004](https://doi.org/10.1016/j.meddos.2017.11.004).
- [11] 陈颖, 钟志鹏, 焦杨, 等. 限量环个数对宫颈癌固定野调强放疗计划的影响研究[J]. *医疗卫生装备*, 2019, 40 (11) : 33-37. DOI: [10.19745/j.1003-8868.2019268](https://doi.org/10.19745/j.1003-8868.2019268).
- Chen Y, Zhong ZP, Jiao Y, et al. Study of influence of number of dose-limiting rings on fixed-fields IMRT plan for cervical cancer[J]. *Chin Med Equip J*, 2019, 40 (11) : 33-37. DOI: [10.19745/j.1003-8868.2019268](https://doi.org/10.19745/j.1003-8868.2019268).
- [12] Wong C, Diamond KR. Optimization of eclipse rapidarc's normal tissue objective to determine a standard setting for use in post-prostatectomy radiotherapy treatment planning[J]. *J Med Imaging Radiat Sci*, 2013, 44 (3) : 158. DOI: [10.1016/j.jmir.2013.06.007](https://doi.org/10.1016/j.jmir.2013.06.007).
- [13] Caldeira A, Trinca WC, Flores TP, et al. The influence of normal tissue objective in the treatment of prostate cancer[J]. *J Med Imaging Radiat Sci*, 2020, 51 (2) : 312-316. DOI: [10.1016/j.jmir.2020.02.006](https://doi.org/10.1016/j.jmir.2020.02.006).
- [14] 叶芝甫. Eclipse NTO参数的调整对鼻咽癌放疗计划剂量学的影响[J]. *健康前沿*, 2019, 28 (3) : 283-284. DOI: [10.3969/j.issn.9128-6509.2019.03.261](https://doi.org/10.3969/j.issn.9128-6509.2019.03.261).
- Ye ZF. Effect of adjustment of Eclipse NTO parameters on dosimetry of radiotherapy plan for nasopharyngeal carcinoma[J]. *Frontier Health*, 2019, 28 (3) : 283-284. DOI: [10.3969/j.issn.9128-6509.2019.03.261](https://doi.org/10.3969/j.issn.9128-6509.2019.03.261).
- [15] Gerdán M, Pócsa T, Polgár C, et al. The effects of normal tissue objective parameters on lung stereotactic body radiotherapy dose distributions[J]. *Magy Onkol*, 2021, 65 (1) : 14-22.

(收稿日期:2022-01-17)

(上接第 459 页)

- [17] 丁立新, 王凤, 杨志. 北京市核医学2019年基本情况调查分析[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2021, 45 (6) : 370-375. DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202005045-00061](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202005045-00061).
- Ding LX, Wang F, Yang Z. Investigation and analysis of the basic situation of nuclear medicine in Beijing in 2019[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2021, 45 (6) : 370-375. DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202005045-00061](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202005045-00061).
- [18] Matsumoto M, Koike S, Kashima S, et al. Geographic distribution of CT, MRI and PET devices in Japan: a longitudinal analysis based on national census data[J]. *PLoS One*, 2015, 10 (5) : e0126036. DOI: [10.1371/journal.pone.0126036](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126036).
- [19] Buck AK, Herrmann K, Stargardt T, et al. Economic evaluation of PET and PET/CT in oncology: evidence and methodologic approaches[J]. *J Nucl Med Technol*, 2010, 38 (1) : 6-17. DOI: [10.2967/jnmt.108.059584](https://doi.org/10.2967/jnmt.108.059584).
- [20] 张燕, 郑琪珊, 黄丽华, 等. 2016年度福建省医疗照射频度调查与分析[J]. *中国辐射卫生*, 2019, 28 (2) : 155-159. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2019.02.011](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2019.02.011).
- Zhang Y, Zheng QS, Huang LH, et al. Investigation and analysis of medical radiation exposure frequency in Fujian Province in 2016[J]. *Chin J Radiol Health*, 2019, 28 (2) : 155-159. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2019.02.011](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2019.02.011).
- [21] 董振军, 尹俊清, 沈爱国, 等. 河北省医疗机构核医学科现状调查与分析[J]. *中国辐射卫生*, 2020, 29 (4) : 398-401. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2020.04.019](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2020.04.019).
- Dong ZJ, Yin JQ, Shen AG, et al. Status survey and analysis of nuclear medicine department in medical institution of Hebei Province[J]. *Chin J Radiol Health*, 2020, 29 (4) : 398-401. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2020.04.019](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2020.04.019).
- [22] 江丽红, 李鹏, 师振祥, 等. 石家庄市临床核医学现状调查与分析[J]. *中国辐射卫生*, 2018, 27 (2) : 133-135. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2018.02.010](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2018.02.010).
- Jiang LH, Li P, Shi ZX, et al. Investigation and analysis of the current situation of clinical nuclear medicine in Shijiazhuang[J]. *Chin J Radiol Health*, 2018, 27 (2) : 133-135. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2018.02.010](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2018.02.010).
- [23] 黎金荣, 莫素芳, 张静波, 等. 广州市医疗机构核医学诊疗服务情况调查[J]. *预防医学*, 2020, 32 (11) : 1171-1173. DOI: [10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2020.11.023](https://doi.org/10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2020.11.023).
- Li JR, Mo SF, Zhang JB, et al. Nuclear medicine practice in medical institutions in Guangzhou[J]. *Prev Med*, 2020, 32 (11) : 1171-1173. DOI: [10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2020.11.023](https://doi.org/10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2020.11.023).

(收稿日期:2022-01-10)