

DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2023.02.007

· 论 著 ·

2020 年杭州市医疗机构放射诊疗频度调查分析

钱前¹, 王海华¹, 杨勇¹, 朱波¹, 余佳勉¹, 景丽艳¹, 杨陆婷¹, 钱佩谊², 赵微鑫¹

1. 杭州市职业病防治院, 浙江 杭州 310014; 2. 杭州师范大学公共卫生学院, 浙江 杭州 311100

摘要: **目的** 掌握杭州市医疗机构放射诊疗资源和频度现状, 为相关主管单位合理配置诊疗资源和科学监管提供依据。**方法** 于 2019 年 4 月 1 日—2020 年 3 月 31 日, 利用调查表, 对杭州市所有医疗机构基本情况、放射工作人员情况、放射诊疗设备配置情况、放射诊疗频度等进行普查。**结果** 杭州市共有 1001 家放射诊疗机构, 放射工作人员 6714 人, 放射诊疗设备 2742 台, 常规 X 射线诊断频度为 788.43 人次/千人口, CT 诊断频度为 531.93 人次/千人口, 乳腺及牙科摄影诊断频度为 246.34 人次/千人口, 介入诊疗频度为 10.01 人次/千人口, 放射治疗频度为 2.39 人/千人口, 核医学诊断频度为 8.90 人次/千人口, 核医学治疗频度为 0.99 人/千人口。**结论** 杭州市医疗机构发展迅速, 但也存在发展不平衡现象, 为更好地保护受检者健康, 建议相关部门优化诊疗资源配置及加强对医疗机构的放射防护监管。

关键词: 放射工作人员; 诊疗频度

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2023)02-0125-06

An investigation of frequency of radiation services in medical institutions in Hangzhou, China, 2020

QIAN Qian¹, WANG Haihua¹, YANG Yong¹, ZHU Bo¹, YU Jiamian¹,JING Liyan¹, YANG Luting¹, QIAN Peiyi², ZHAO Zhixin¹

1. Hangzhou Hospital for the Prevention and Treatment of Occupational Disease, Hangzhou 310014 China;

2. School of Public Health, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311100 China

Abstract: **Objective** To investigate radiation resources in medical diagnosis and treatment and their use frequency in medical institutions in Hangzhou, China, and to provide a basis for relevant departments to rationally allocate and scientifically supervise the resources. **Methods** From April 1, 2019 to March 31, 2020, a survey was conducted on the basic information, radiation staff, equipment configuration, and frequency of radiation diagnosis and treatment of all medical institutions in Hangzhou using a questionnaire. **Results** There were 1001 institutions with radiation services in Hangzhou, with 6714 radiation staff members and 2742 pieces of radiation equipment. The frequency of conventional X-ray diagnosis was 788.43 per 1000 population. The frequency of computed tomography diagnosis was 531.93 per 1000 population. The frequency of mammography and dental photography diagnosis was 246.34 per 1000 population. The frequency of interventional diagnosis and treatment was 10.01 per 1000 population. The frequency of radiotherapy was 2.39 per 1000 population. The frequency of nuclear medicine diagnosis was 8.90 per 1000 population. The frequency of nuclear medicine treatment was 0.99 per 1000 population. **Conclusion** Medical institutions have developed rapidly in Hangzhou, but with an unbalanced situation. In order to better protect the health of examinees, we recommend relevant departments optimize resource allocation and strengthen supervision on radiation protection in medical institutions.

Keywords: Radiation staff; Frequency of diagnosis and treatment

Corresponding author: ZHAO Zhixin, E-mail: 1005709146@qq.com

随着科技水平的不断提高, 越来越多的放射诊疗技术被运用于临床疾病的诊断和治疗当中。放射诊疗技术在公众疾病诊断方面扮演着重要作用, 但电离辐射对人体的损害也不可回避。联合国原子辐射效应科学委员会 2018 年的医疗照射应用全球调研结果

显示, 医疗照射已成为人类所受最大人工辐射源^[1]。放射诊疗频度调查是了解公众剂量的有效途径。我国“九五”期间对全国医疗照射频度进行调查^[2], 2016 年起再次在全国部分省份进行医疗照射频度调查^[3]。这些调查结果对国家放射诊疗管理起到了重要

基金项目: 浙江省卫生健康科技计划 (2021KY956, 2022KY1043, 2022KY1044); 杭州市科技发展计划 (20201203B220)

作者简介: 钱前 (1988—), 男, 江西上饶人, 工程师, 从事放射卫生检测与评价工作。E-mail: 499487868@qq.com

通信作者: 赵微鑫, E-mail: 1005709146@qq.com

作用,但这些调查主要采取抽样调查方式,结果也存在一定的局限性。王强等^[4]2017 年对杭州市放射诊疗频度进行调查,杭州作为浙江省会城市,近几年人口大量流入且医疗机构和放射诊疗设备数量也快速增长。因此,杭州市放射诊疗频度也出现较大变化。为此,全面掌握杭州市医疗机构基本情况和放射诊疗频度现况,可以为相关主管单位优化诊疗资源配置提供依据,为其科学监管提供参考。

1 资料与方法

1.1 调查对象 杭州市内除部队医院外所有开展放射诊疗的医疗机构(含牙科诊所)。

1.2 调查方法 根据 2020 年《浙江省医疗卫生机构医用辐射防护监测方案》,使用调查表对杭州市内除部队医院外所有医疗机构基本情况及放射诊疗频度进行普查。普查内容主要为放射诊疗机构基本情况、放射工作人员情况、放射诊疗设备配置情况、放射诊疗频度等。统计时间为 2019 年 4 月 1 日—2020 年 3 月 31 日。

1.3 质量控制 为确保调查结果的准确性,在开展调查前对本市各区县疾控中心相关技术人员进行线上培训,确保采用统一的调查方法和控制标准。获取调查数据后,各区县疾控中心抽取 10% 医疗机构进行现场复核,我院抽取 5% 医疗机构进行复核,对填写数据不规范、信息不全或存在逻辑错误的表格再次向医疗机构进行核实,以确保调查结果真实有效。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 19.0 软件对调查数据

进行统计分析。计数结果采用率或构成比表示,并计算诊疗频度和诊疗设备使用频度。诊疗频度 = 各级医疗机构各类型诊疗设备诊疗人次(人数)总和/本年度常住人口数。诊疗设备使用频度 = 各级医疗机构各类型诊疗设备诊疗人次(人数)总和/各类型诊疗设备总台数。

2 结果

2.1 放射诊疗设备和放射工作人员配置情况 2020 年杭州市共有 1 001 家医疗机构开展放射诊疗活动,其中省级医疗机构 29 家(2.9%),市级医疗机构 17 家(1.7%),县级医疗机构 52 家(5.2%),乡级医疗机构 165 家(16.5%),民营医疗机构 738 家(73.7%);按医院级别分,三级医疗机构 34 家(3.4%),二级医疗机构 37 家(3.7%),一级医疗机构 30 家(3.0%),未定级医疗机构 900 家(89.9%)。

放射工作人员数共有 6 714 人,其中省级医疗机构放射工作人员数最多(2 485 人/37.0%),乡级医疗机构放射工作人员数量最少,仅 394 人(5.9%);放射工作人员主要分布在三级医疗机构和未定级医疗机构,分别为 3 959 人(59.0%)和 1 979 人(29.5%)。就工种分布而言,X 射线影像诊断放射工作人员最多(5 001 人),占总数的 74.5%;核医学放射工作人员最少(232 人),占总数的 3.5%。详见表 1。

杭州市在用放射诊疗设备共计 2 742 台,主要为常规 X 射线诊断设备(1 150 台/41.9%)和牙科 X 射线机(1 102 台/40.2%)。介入放射学设备、放射治疗设

表 1 杭州市 2020 年医疗机构及放射工作人员基本情况

Table 1 Basic information on medical institutions and radiation workers in Hangzhou in 2020

医疗机构		机构数(个/%)	放射工作人员数(人/%)				
			X射线影像诊断	介入放射学	放射治疗	核医学	合计
性质	省级	29(2.9)	1405(28.1)	532(53.5)	396(81.3)	152(65.5)	2485(37.0)
	市级	17(1.7)	554(11.1)	254(25.6)	27(5.5)	30(12.9)	865(12.9)
	县级	52(5.2)	1031(20.6)	169(17.0)	33(6.8)	5(2.2)	1238(18.4)
	乡级	165(16.5)	391(7.8)	3(0.3)	0(0.0)	0(0.0)	394(5.9)
	民营	738(73.7)	1620(32.4)	36(3.6)	31(6.4)	45(19.4)	1732(25.8)
合计		1001(100)	5001(100)	994(100)	487(100)	232(100)	6714(100)
等级	三级	34(3.4)	2421(48.4)	925(93.1)	437(89.7)	176(75.9)	3959(59.0)
	二级	37(3.7)	659(13.2)	23(2.3)	9(1.8)	0(0.0)	691(10.3)
	一级	30(3.0)	85(1.7)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	85(1.3)
	未定级	900(89.9)	1836(36.7)	46(4.6)	41(8.4)	56(24.1)	1979(29.5)
	合计	1001(100)	5001(100)	994(100)	487(100)	232(100)	6714(100)

备、核医学设备主要分布在省级医疗机构或者三级医疗机构,在省级医疗机构中分别为 43 台(57.3%)、22 台(59.5%)、18 台(72.0%);在三级医疗机构中分别为 68 台(90.7%)、31 台(83.8%)、22 台(88.0%)。所有医疗机构中,民营医疗机构设备数量最多(1411 台/51.5%),其次是省级医疗机构 435 台(15.9%),其

他依次是县级医疗机构 389 台(14.2%)、乡级医疗机构 315 台(11.5%)和市级医疗机构 192 台(7.0%)。在不同等级医院分布中,医疗设备主要分布在未定级医疗机构中(1706 台/62.2%),其次是三级医疗机构(683 台/24.9%),最少是一级医疗机构(62 台/2.3%)。详见表 2。

表 2 杭州市医疗机构放射诊疗设备配置情况 [台 (%)]

Table 2 Radiation equipment allocation in medical institutions in Hangzhou (number [%])

医疗机构	常规X射线诊断设备	乳腺机	牙科X射线机	CT	介入放射学设备	放射治疗设备	核医学设备	合计
省级	201(17.5)	18(32.7)	57(5.2)	76(25.5)	43(57.3)	22(59.5)	18(72.0)	435(15.9)
市级	115(10.0)	9(16.4)	20(1.8)	28(9.4)	13(17.3)	4(10.8)	3(12.0)	192(7.0)
分质	县级	231(20.1)	15(27.3)	52(4.7)	67(22.5)	14(18.7)	1(4.0)	389(14.2)
乡级	219(19.0)	0(0.0)	83(7.5)	13(4.4)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	315(11.5)
民营	384(33.4)	13(23.6)	890(80.8)	114(38.3)	5(6.7)	2(5.4)	3(12.0)	1411(51.5)
合计	1150(100)	55(100)	1102(100)	298(100)	75(100)	37(100)	25(100)	2742(100)
等级	三级	340(29.6)	32(58.2)	71(6.4)	119(39.9)	68(90.7)	22(88.0)	683(24.9)
二级	176(15.3)	9(16.4)	52(4.7)	48(16.1)	2(2.7)	4(10.8)	0(0.0)	291(10.6)
一级	42(3.7)	0(0.0)	13(1.2)	7(2.3)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	62(2.3)
未定级	592(51.5)	14(25.5)	966(87.7)	124(41.6)	5(6.7)	2(5.4)	3(12.0)	1706(62.2)
合计	1150(100)	55(100)	1102(100)	298(100)	75(100)	37(100)	25(100)	2742(100)

注:常规X射线诊断设备包括屏片X射线摄影设备、DR、CR、常规X射线透视设备、碎石机、C型臂透视机、X射线模拟定位机、胃肠机、骨密度仪;牙科X射线设备包括口内机、牙科全景机、牙科CT。

2.2 杭州市医疗机构放射诊疗频度情况 根据《2020 年杭州统计年鉴》^[5], 杭州市常住人口 1036 万人。杭州市医疗机构常规 X 射线诊断频度为 788.43 人次/千人口(7102.7 人次/台), CT 诊断频度为 531.93 人次/千人口(18492.7 人次/台), 乳腺及牙科摄影诊断频度为 246.34 人次/千人口(2205.7 人次/台), 介入放射学诊疗频度为 10.01 人次/千人口(1382.3 人次/台), 放射治疗频度为 2.39 人/千人口(669.6 人/台), 核医学诊断频度分别为 8.90 人次/千人口(3687.2 人次/台), 核医学治疗频度为 0.99 人/千人口。常规 X 射线诊断频度在各级医疗机构分布比较均匀。CT 诊断频度较高的是省级医疗机构(35.9%)和县级医疗机构(32.3%), 或者三级医疗机构(64.7%)和二级医疗机构(20.6%)。介入治疗、放射治疗、核医学诊断和核医学治疗频度主要集中在省级医疗机构(所占比例分别为 72.2%、68.8%、79.5%、95.3%)或者三级医疗机构(所占比例分别为 95.6%、85.1%、86.4%、100%)。医疗机构放射诊疗频度和设备使用频度详见表 3 和表 4。

3 讨论

随着放射诊疗技术的提升, 各类放射诊疗设备也不断配备到各级医疗机构中, 相应机构放射诊疗频度也发生较大变化。因此, 定期进行放射诊疗资源和频度现况调查, 对相关主管部门合理规划诊疗资源配置和科学监管就显得尤其重要。本研究显示, 2020 年杭州市开展放射诊疗的医疗机构 1001 家、放射工作人员 6714 人、放射诊疗设备 2742 台, 分别比 2017 年调查结果^[4]增长 57.4%、40.5% 和 25.5%。就医疗机构分布而言, 杭州市医疗主要集中在乡级和民营, 两者合计占比超过 90%。这主要是因为民营医疗机构发展迅速, 高达 738 家(73.7%), 比 2017 年增加 348 家。由于大多数乡级和民营医疗机构未进行医疗机构等级认定, 因此, 杭州市大多数医疗机构为未定级医疗机构, 占比 89.9%。在放射工作人员增长方面, 省级和民营医疗机构放射工作人员增加明显, 相较 2017 年分别增长 34.9% 和 87.6%。大多数放射工作人员主要从事 X 射线影像诊断工作(5001 人/74.5%),

表 3 杭州市医疗机构放射诊疗频度状况 [(人次/千人口) / (%)]

Table 3 Frequency of radiation services in medical institutions in Hangzhou (times/1 000 population [%])							
医疗机构	常规X射线诊断	CT诊断	乳腺及牙科摄影诊断	介入放射学	放射治疗	核医学诊断	核医学治疗
分类	省级	182.91(23.2)	191.18(35.9)	116.76(47.4)	7.23(72.2)	1.65(68.8)	7.08(79.5)
	市级	76.80(9.7)	81.33(15.3)	9.23(3.7)	1.34(13.5)	0.15(6.3)	0.47(5.3)
	县级	199.05(25.2)	171.55(32.3)	12.68(5.1)	1.11(11.2)	0.42(17.8)	0.13(1.6)
	乡级	154.54(19.6)	6.22(1.2)	7.50(3.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	民营	175.14(22.2)	81.65(15.3)	100.16(40.7)	0.32(3.2)	0.17(7.2)	1.21(13.6)
合计		788.43(100)	531.93(100)	246.34(100)	10.01(100)	2.39(100)	8.90(100)
等级	三级	306.29(38.8)	343.95(64.7)	125.88(51.1)	9.57(95.6)	2.03(85.1)	7.69(86.4)
	二级	137.25(17.4)	109.43(20.6)	8.37(3.4)	0.12(1.2)	0.18(7.7)	0(0.0)
	一级	18.77(2.4)	2.37(0.4)	1.26(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	未定级	326.12(41.4)	76.18(14.3)	110.82(45.0)	0.32(3.2)	0.17(7.2)	1.21(13.6)
合计		788.43(100)	531.93(100)	246.34(100)	10.01(100)	2.39(100)	8.90(100)

注:放射治疗和核医学治疗为人/千人口,其余为人次/千人口。常规X射线诊断:除CT、乳腺、牙科摄影以外的其他X射线影像诊断。

表 4 杭州市医疗机构放射诊疗设备使用频度状况 (人次/台)

Table 4 Use frequency of radiation equipment in medical institutions in Hangzhou (times per equipment)						
医疗机构	常规X射线诊断	CT诊断	乳腺及牙科摄影诊断	介入放射学	放射治疗	核医学诊断
分类	省级	9427.36	26060.6	16129.0	1741.1	774.9
	市级	6918.42	30090.3	3297.1	1071.8	391.8
	县级	8927.07	26526.9	1960.2	824.9	485.4
	乡级	7310.73	4957.2	936.7	0	0
	民营	4725.11	7420.4	1149.1	664.2	895.5
合计		7102.7	18492.7	2205.7	1382.3	669.6
等级	三级	9332.9	29943.8	12661.7	1457.3	679.9
	二级	8079.1	23619.4	1422.0	627.5	476.5
	一级	4630.7	3513.0	1006.0	0	0
	未定级	5707.0	6364.3	1171.5	664.2	895.5
合计		7102.7	18492.7	2205.7	1382.3	669.6

注:放射治疗为人/台,其余为人次/台。

这主要因为受检者健康检查需借助于 X 射线影像诊断设备且受检者人数较多。在放射诊疗设备增长中,牙科 X 射线机增长最为迅速,比 2017 年^[4]增长 1.01 倍,这也与民营医疗机构和相关放射工作人员数快速增长现象相吻合。民营口腔诊所快速增长,为相关监管工作带来新的挑战。很多诊所未配备专业的放射影像医师或放射工作人员管理不到位且个人防护用品未按标准使用等^[6]。因此放射卫生监管部门应加强对口腔诊所后期监管力度。

本研究显示,常规 X 射线诊断频度在各级医疗

机构分布比较均匀。CT 诊断频度占比最高的是省级和县级医疗机构(或者三级医疗机构和二级医疗机构)。介入治疗、放射治疗、核医学诊断和核医学治疗频度主要集中在省级医疗机构(或者三级医疗机构)。各级医疗机构放射诊疗频度分布情况与杭州市 2017 年调查相比结果比较接近^[4]。与浙江省内的嘉兴市、宁波市和湖州市不同时期调查结果相比^[7-9],常规 X 射线诊断频度接近,CT 诊断、介入治疗、核医学诊断频度均明显高于这些地市,这可能与杭州医疗水平较高,市外来杭就医人数较多有关。在所有的检查

当中, 常规 X 射线诊断频度为 788.43 人次/千人口, CT 诊断频度为 531.93 人次/千人口, 显示 CT 检查已成为除常规 X 射线诊断手段外主要的诊断检查方式。但由于单次 CT 检查所致受检者辐射剂量远大于常规 X 射线检查, 因此, 在受检者检查中医疗机构应加强 X 射线诊断正当性评估, 尽可能减少非必要检查或者使用非辐射诊断方法。同时医务人员应加强辐射防护意识和诊疗能力, 在放射诊疗实践中做好受检者的辐射防护工作和减少重复照射现象。同时本研究表明 2020 年杭州市 CT 诊断频度虽比 2017 年^[4] 诊断频度降低, 但却是 2018 年天津市的 4.2 倍^[10]、2019 年重庆市的 3.6 倍^[11]、2019 年石家庄市的 2.3 倍^[12]、2016 年上海市的 1.7 倍^[13]、2020 年南京市的 1.5 倍^[14]。因此, 杭州在受检者 X 射线检查中可能存在 CT 诊断过度使用现象。提示, 医疗机构需进一步优化 CT 诊断使用情况, 相关监管部门也应加强对杭州市医疗机构 CT 诊断正当性和最优化的监管工作。

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 钱前负责数据分析和论文撰写; 王海华、朱波、余佳勉、景丽艳、杨陆婷、钱佩谊负责数据收集和處理; 杨勇负责论文的审核; 赵微鑫负责论文的指导和审核

参考文献

- [1] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2018 report to the general assembly with scientific annexes. Evaluation of medical exposures to ionizing radiation[R]. New York: United Nations, 2018.)
- [2] 郑钧正, 岳保荣, 李述唐, 等. 我国“九五”期间X射线诊断的医疗照射频率水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2001, 20 (S1) : S14-S18.
Zheng JZ, Yue BR, Li ST, et al. The medical exposure frequency level of X-ray diagnosis during the "9th Five-Year Plan" in China[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2001, 20 (S1) : S14-S18.
- [3] 梁婧, 张庆召, 朱卫国, 等. 2016年我国X射线诊断频度调查的组织 and 实施[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2019, 39 (5) : 321-324. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.05.001.
Liang J, Zhang QZ, Zhu WG, et al. Implementation of survey on diagnostic medical X-ray frequency in 2016 in China[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2019, 39 (5) : 321-324. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.05.001.
- [4] 王强, 赵微鑫, 张国军, 等. 杭州市放射诊疗应用频度调查分析[J]. 工业卫生与职业病, 2022, 48 (1) : 78-79,82. DOI: 10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2022.01.022.
- Wang Q, Zhao ZX, Zhang GJ, et al. Investigation and analysis on application frequency of radiation diagnosis and treatment in Hangzhou[J]. Ind Health Occup Dis, 2022, 48 (1) : 78-79,82. DOI: 10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2022.01.022.
- [5] 杭州市统计局. 2020年杭州统计年鉴[EB/OL]. (2020-10-29)[2020-12-18]. http://tjj.hangzhou.gov.cn/art/2020/10/29/art_1229453592_3819709.html.
Hangzhou Municipal Bureau of Statistics. Hangzhou statistical yearbook 2020[EB/OL]. (2020-10-29)[2020-12-18]. http://tjj.hangzhou.gov.cn/art/2020/10/29/art_1229453592_3819709.html.
- [6] 孔庆宇, 张婷婷, 卢桂才, 等. 银川地区口腔放射诊疗设备辐射防护监测结果分析[J]. 宁夏医科大学学报, 2018, 40 (8) : 964-966. DOI: 10.16050/j.cnki.issn1674-6309.2018.08.025.
Kong QY, Zhang TT, Lu GC, et al. Analysis of radiation protection monitoring results of oral radiology diagnosis and treatment equipment in Yinchuan area[J]. J Ningxia Med Univ, 2018, 40 (8) : 964-966. DOI: 10.16050/j.cnki.issn1674-6309.2018.08.025.
- [7] 丁正贵, 胡赞, 周哲华, 等. 嘉兴市医用放射诊疗资源配置与辐射防护状况调查分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2018, 38 (6) : 443-447. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.06.009.
Ding ZG, Hu Z, Zhou ZH, et al. Investigation and analysis of resource allocation for diagnostic radiology/radiotherapy and radiation protection in Jiaxing city[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2018, 38 (6) : 443-447. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.06.009.
- [8] 屈凌燕, 应正巨, 章群, 等. 宁波市2017年医疗照射应用特征调查[J]. 中国公共卫生管理, 2020, 36 (5) : 740-743. DOI: 10.19568/j.cnki.23-1318.2020.05.036.
Qu LY, Ying ZJ, Zhang Q, et al. Analysis of application features of medical irradiation in Ningbo city in 2017[J]. Chin J Public Health Manag, 2020, 36 (5) : 740-743. DOI: 10.19568/j.cnki.23-1318.2020.05.036.
- [9] 刘弢, 马力, 张传会. 湖州市医用X射线诊断医疗照射应用频次调查[J]. 工业卫生与职业病, 2021, 47 (2) : 162-164. DOI: 10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2021.02.023.
Liu T, Ma L, Zhang CH. Survey and analysis on frequency of using medical X-ray radiation in Huzhou[J]. Ind Health Occup Dis, 2021, 47 (2) : 162-164. DOI: 10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2021.02.023.
- [10] 牛振, 刘春旭, 刘彦, 等. 天津市X射线诊断设备医疗照射频度调查[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2019, 39 (6) : 450-453. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.06.009.
Niu Z, Liu CX, Liu Y, et al. Investigation on the frequency of medical exposure of X-ray diagnostic equipment in Tianjin[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2019, 39 (6) : 450-453. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.06.009.
- [11] 杨云福, 李炜, 张华东, 等. 重庆市医疗卫生机构放射诊疗频度调查分析[J]. 中国辐射卫生, 2021, 30 (6) : 682-686,692. DOI:

10.13491/j.issn.1004-714X.2021.06.005.

Yang YF, Li W, Zhang HD, et al. Investigation and analysis of frequency of radiation diagnosis and treatment in medical and health institutions in Chongqing[J]. *Chin J Radiol Health*, 2021, 30 (6) : 682-686,692. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.06.005.

- [12] 张圆圆, 王有成, 张伟佳, 等. 2019年石家庄市医疗机构放射诊疗设备应用现状调查[J]. *中国辐射卫生*, 2022, 31 (1) : 58-63. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2022.01.011.

Zhang YY, Wang YC, Zhang WJ, et al. An investigation of current application status of radiological diagnosis and treatment equipment in medical institutions in Shijiazhuang, China, 2019[J]. *Chin J Radiol Health*, 2022, 31 (1) : 58-63. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2022.01.011.

- [13] 姚杰, 高林锋, 钱爱君, 等. 上海市医用X射线诊断应用频度调

查[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2019, 39 (5) : 370-375. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.05.009.

Yao J, Gao LX, Qian AJ, et al. Survey on frequency of medical X-ray diagnosis in Shanghai[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2019, 39 (5) : 370-375. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.05.009.

- [14] 杨声, 闫庆倩, 张菁, 等. 南京市放射诊断机构X射线设备及诊断频度调查[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2021, 41 (12) : 941-945. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.12.011.

Yang S, Yan QQ, Zhang Q, et al. Investigation of X-ray equipment and radiodiagnostic frequency in Nanjing[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2021, 41 (12) : 941-945. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.12.011.

(收稿日期:2022-09-13)

(上接第 118 页)

- [16] 梁义成, 王璐, 何永江, 等. 黑龙江省天然本底辐射水平及其所致居民剂量[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 1992, 12 (3) : 182-185.

Liang YC, Wang L, He YJ, et al. Level of natural background radiation and dose to population in Heilongjiang Province[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 1992, 12 (3) : 182-185.

- [17] 武云云, 张庆召, 宋延超, 等. 建筑节能设计对严寒和寒冷地区居室氡浓度和换气率的影响[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2020, 40 (12) : 945-950. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.12.009.

Wu YY, Zhang QZ, Song YC, et al. Impact of energy-saving design of residential buildings on both indoor radon concentration and air exchange rate in severe-cold areas and cold areas[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2020, 40 (12) : 945-950. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.12.009.

- [18] Su CX, Pan MY, Zhang YP, et al. Indoor exposure levels of radon in dwellings, schools, and offices in China from 2000 to 2020: a systematic review[J]. *Indoor Air*, 2022, 31 (1) : e12920. DOI: 10.1111/TNA.12920.

(收稿日期:2022-10-18)