

宁夏地区医疗照射频率水平调查分析

孙彦玲 卢桂才 李鸿成 孔庆宇 姬绪莉

750004 银川,宁夏疾病预防控制中心

通信作者:卢桂才,Email:nxcdclgc@163.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.10.008

【摘要】 目的 了解宁夏地区医疗机构放射诊疗设备的配备情况及其医疗照射频度水平,为医疗辐射技术的合理化应用提供依据。方法 采用普查的方式,以调查问卷的形式对宁夏地区所有开展医用 X 射线诊断、介入放射学、核医学和放射治疗的医疗机构的放射诊疗情况进行调查分析。结果 宁夏地区 X 射线诊断照射频率为 727.9 人次/千人口,其中 X 射线摄影检查频率最高,为 525.2 人次/千人口,其次是 CT 检查频率为 147.9 人次/千人口;放射治疗频率为 6.0 例/千人口;核医学为 1.8 人次/千人口;介入放射学为 3.8 人次/千人口。宁夏 5 市医疗机构 X 射线诊断照射频率差异有统计学意义($\chi^2 = 162\ 280.7, P < 0.05$)。不同级别医疗机构 X 射线诊断照射频率差异有统计学意义($\chi^2 = 902\ 485.2, P < 0.05$),不同级别医疗机构 X 射线摄影检查和 CT 检查(不包括乡级和疾病预防控制中心)照射频率差异均有统计学意义($\chi^2 = 471\ 574.9, 181\ 887.1, P < 0.05$)。结论 X 射线诊断检查中,CT 检查成为了仅次于 X 射线摄影检查的主要检查手段,不同地区和不同级别的医疗机构 X 射线诊断照射频率有差异,相关部门应有针对性的加强医疗机构放射防护的监督管理,确保放射诊疗工作的正当化。

【关键词】 医疗照射; 频率; X 射线诊断

Investigation of the frequency of medical radiation exposure in Ningxia region Sun Yanling, Lu Guicai, Li Hongcheng, Kong Qingyu, Ji Xuli

Ningxia Centers for Diseases Prevention Control, Yinchuan 750004, China

Corresponding author: Lu Guicai, Email:nxcdclgc@163.com

【Abstract】 Objective To understand the allocation of radiological diagnostic equipment and the frequency of medical radiation exposure in the medical institutions in Ningxia region, in order to provide the basis for the reasonable application of medical radiation technology. **Methods** The general survey in the form of the questionnaires was used to investigate and analyze the medical radiation usage of medical X-ray diagnostics, interventional radiology, nuclear medicine and radiotherapy in Ningxia region medical institutions. **Results** The frequency of X-ray diagnostic radiography in Ningxia region was 727.9 per 1 000 population in 2014. The frequency of X-ray photography examination was the highest, 525.2 per 1 000 population, followed by the frequency of CT scanning, 147.9 per 1 000. For others, the frequency was radiotherapy 6.0 per 1 000 population, nuclear medicine 1.8 per 1 000 and interventional radiology 3.8 per 1 000, respectively. These differences were of statistical significance in frequency of X-ray diagnostic examination in five cities' medical institutions in Ningxia ($\chi^2 = 162\ 280.7, P < 0.05$), also in all medical institutions at different levels ($\chi^2 = 902\ 485.2, P < 0.05$) and for both frequency of X-ray photography examination and CT scanning in these institutions ($\chi^2 = 471\ 574.9, 181\ 887.1, P < 0.05$). **Conclusions** Of the X-ray diagnostic radiography, the CT scanning has become a major means next only to the X-ray photography examination. There are differences in frequency of X-ray diagnostic examination in the medical institutions at different levels in different cities of the region. The related regulatory authorities should strengthen the supervision and management of radiation protection in medical institutions, to ensure the justification of diagnostic radiology and radiotherapy.

【Key words】 Medical exposure; Frequency; X-ray diagnosis

随着医疗卫生事业的发展,诊断放射学、介入放射学、核医学、放射治疗等各类放射诊疗技术蓬勃发展,为广大公众的保健查体、疾病诊断与治疗

提供了保障^[1]。与此同时,公众也随着放射诊疗技术的发展和普及而增加了接受医疗照射的机会^[2]。医疗照射已成为公众接受人工电离辐射的主要来

源,其潜在危险引起了世界各国的高度重视。为了解宁夏地区医疗照射频率水平和分布,做好医疗照射防护,控制和降低受检者与患者的剂量水平,为加强放射诊疗机构的监督管理和医疗卫生资源的合理使用提供依据,2015 年 3—11 月对宁夏地区各级医疗机构 2014 年度放射诊疗设备应用频率进行调查。

资料与方法

1. 调查对象:宁夏地区所有开展医用 X 线诊断、介入放射学、临床核医学和放射治疗的放射诊疗机构(本次调查不包含口腔诊所和专门的口腔医院),包括省、市、县、乡级医疗机构、疾病预防控制中心以及私立医院。

2. 调查方法与内容:采用普查方式,由各级医疗机构相关人员填写医疗机构放射诊疗监督检查基本情况调查表。调查表内容包括医疗机构的基本情况、2014 年诊疗人次和放射诊疗人次以及放射诊疗设备数量等。

3. 质量控制:调查前对调查员进行规范化的培训;问卷填写要求依据医疗机构 2014 年的相关统计报表填写;问卷回收后,进行仔细整理和审核,对出现逻辑错误或有遗漏的问卷及时向相关医疗单位进行核实。

4. 统计学处理:采用 SPSS 18.0 软件进行分析,

计数资料采用率或构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验,多组间的两两比较采用 χ^2 分割法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 基本情况:宁夏回族自治区辖 5 个地级市,常住人口约 662 万人^[3]。本次共调查放射诊疗机构 225 家,其中开展放射诊断的机构有 225 家,开展放射治疗和核医学的机构各有 2 家,介入放射学机构 14 家;省级医疗机构 17 家,市级 25 家,县级 43 家,乡级 70 家,疾控中心 13 家,私立医院 57 家;床位数 29 025;医务人员 38 698 人;放射工作人员 1 206 人;放射诊疗设备 632 台,其中 X 射线影像诊断设备中医用诊断 X 射线机(包括 CR 机 102 台、DR 机 132 台和普通 X 射线机 154 台)388 台,X 射线透视机(包括荧光屏透视机、影像增强器透视机、数字胃肠机)77 台,乳腺机(包括乳腺 CR 机、乳腺屏片摄影机、乳腺 DR 机)13 台,CT 机 95 台,放射治疗设备(包括电子加速器 4 台和后装机 1 台)5 台,核医学设备(包括 PET/CT、SPET 和回旋加速器各 1 台)3 台,介入放射学设备(包括大 C 型臂 X 射线机 22 台和小 C 型臂 X 射线机 29)51 台(表 1)。

2. 不同医疗照射类型的分布情况:全区 X 射线诊断照射频率为 727.9 人次/千人口,其中 X 射线摄影检查频率最高,为 525.2 人次/千人口,其次是

表 1 宁夏 5 市被调查医疗机构的基本情况

Table 1 The general information of surveyed medical institutions in five cities in Ningxia

地区	医疗机构		床位数		医务人员		放射工作人员		各类放射诊疗设备情况					
	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	CR 机		DR 机		普通 X 射线机	
									例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)
银川市	74	32.9	12 942	44.6	17 383	44.9	642	53.2	24	24.0	64	47.8	48	31.2
吴忠市	53	23.6	4 915	16.9	5 972	15.4	180	14.9	27	27.0	28	20.9	34	22.1
石嘴山市	27	12.0	3 910	13.5	5 498	14.2	130	10.8	18	18.0	13	9.7	26	16.9
固原市	37	16.4	4 012	13.8	5 042	13.1	142	11.8	17	17.0	16	11.9	24	15.6
中卫市	34	15.1	3 246	11.2	4 803	12.4	112	9.3	14	14.0	13	9.7	22	14.3
合计	225	100.0	29 025	100.0	38 698	100.0	1 206	100.0	100	100.0	134	100.0	154	100.0

地区	各类放射诊疗设备情况													
	X 射线透视机		乳腺机		CT 机		放射治疗		核医学		介入放射学		合计	
	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)
银川市	27	35.1	9	69.2	39	41.1	5	100.0	3	100.0	29	56.9	248	39.2
吴忠市	19	24.7	1	7.7	20	21.1	0	0	0	0	6	11.8	135	21.4
石嘴山市	8	10.4	3	23.1	10	10.5	0	0	0	0	8	15.7	86	13.6
固原市	9	11.7	0	0	17	17.9	0	0	0	0	5	9.8	88	13.9
中卫市	14	18.2	0	0	9	9.5	0	0	0	0	3	5.9	75	11.9
合计	77	100.0	13	100.0	95	100.0	5	100.0	3	100.0	51	100.0	632	100.0

CT 检查频率为 147.9 人次/千人口;放射治疗频率为 6.0 例/千人口;核医学为 1.8 人次/千人口;介入放射学为 3.8 人次/千人口。X 射线诊断检查中 X 射线摄影检查占 72.2%,CT 检查占 20.3%,成为仅次于 X 射线摄影检查的主要检查手段(表 2)。

表 2 宁夏全区 2014 年不同医疗照射类型的照射频率分布
Table 2 Frequencies of different types of medical radiation exposure in 2014 in Ningxia

检查类型	人次	频率(人次/千人口)
X 射线诊断检查	4 818 415	727.9
CT	979 070	147.9
X 射线摄影	3 476 651	525.2
X 射线透视	352 011	53.2
乳腺摄影 ^a	10 683	5.3
放射治疗	39 866	6.0
核医学	11 993	1.8
介入放射学	25 410	3.8

注:^a 乳腺摄影检查人群为 15~64 岁妇女,常住人口约为 201.1 万人^[3]

3. 不同地区不同医疗照射类型检查的医院照射频率:2014 年全区居民的医院 X 射线诊断照射频率为 179.4 人次/千人口,5 市 X 射线诊断照射频率差异有统计学意义($\chi^2 = 162\ 280.7, P < 0.05$),采用 χ^2 分割法进行两两比较,仅银川市与中卫市 X 射线诊断照射频率差异无统计学意义($P > 0.05$),其他各组比较,差异均有统计学意义($\chi^2 = 2\ 998.6 \sim 156\ 274.9, P < 0.05$),其中石嘴山市的照射频率最高,为 255.7 人次/千人口,固原市最低,为 136.6 人次/千人口;除中卫市,其他 4 市均开展了介入放射学,4 市介入放射学照射频率差异有统计学意义($\chi^2 = 9\ 756.5, P < 0.05$),经两两比较,各组比较差异均有统计学意义($\chi^2 = 956.4 \sim 8\ 399.9, P < 0.05$),其中银川市照射频率最高,为 1.7 人次/千人口,固原市最低,为 0.03 人次/千人口;5 市中仅银

川市开展放射治疗和核医学,照射频率分别为 4.5 例/千人口和 1.4 人次/千人口(表 3)。

4. 不同级别医疗机构 X 射线诊断照射频率:不同级别医疗机构 X 射线诊断照射频率差异有统计学意义($\chi^2 = 902\ 485.2, P < 0.05$),采用 χ^2 分割法进行两两比较,各级医疗机构比较差异均有统计学意义($\chi^2 = 670.3 \sim 483\ 922.7, P < 0.05$),总的 X 射线诊断照射频率以疾病预防控制中心为最高,其他依次为省级、市级、私立、县级和乡级医院。不同级别医疗机构(不包括乡级和疾病预防控制中心)CT 检查照射频率差异有统计学意义($\chi^2 = 181\ 887.1, P < 0.05$),经两两比较,各级医疗机构比较差异均有统计学意义($\chi^2 = 1\ 642.8 \sim 119\ 695.8, P < 0.05$),CT 检查中省级医院照射频率最高,其次是县级医院;不同级别医疗机构 X 射线摄影照射频率差异有统计学意义($\chi^2 = 471\ 574.9, P < 0.05$),经两两比较,各级医疗机构比较差异均有统计学意义($\chi^2 = 14.9 \sim 328\ 161.0, P < 0.05$),照射频率由高到低排序依次是市级、私立医院、省级、县级医院、疾病预防控制中心、乡级医院;X 射线透视检查中疾病预防控制中心照射频率较高,为 759.7 人次/千人口;乳腺摄影仅在省级和市级医院开展,省级高于市级,差异有统计学意义($\chi^2 = 6\ 941.7, P < 0.05$,表 4)。

讨 论

本调查结果显示,宁夏地区 X 射线诊断照射频率为 727.9 人次/千人口,明显高于 1998 年我国大陆 31 省、自治区的 196.2 人次/千人口^[4],低于经济水平发达的上海地区;2009 年 X 射线诊断照射频率为 787.7 人次/千人口^[5]。在 X 射线诊断检查中 CR/DR 检查所占的比例较高,部分医疗机构的普通

表 3 不同地区不同医疗照射类型检查照射频率(人次/千人口)

Table 3 Frequencies of different types of medical exposure examinations in five cities (per 1 000 population)

地区	诊疗总人次	X 射线诊断检查		介入放射学	
		人次	频率	人次	频率
银川市	8 773 934	1 540 653	175.6	14 923	1.7
吴忠市	8 294 023	1 581 347	190.7 ^a	9 419	1.1 ^a
石嘴山市	2 261 241	578 091	255.7 ^{ab}	900	0.4 ^{ab}
固原市	5 184 567	708 013	136.7 ^{abc}	168	0.03 ^{abc}
中卫市	2 346 411	410 311	174.9 ^{bcd}	0	0
合计	26 860 176	4 818 415	179.4	25 410	0.95

注:^a与银川市同指标比较, $\chi^2 = 6\ 475.9, 74\ 277.6, 36\ 738.9, 956.4, 2\ 131.3, 8\ 399.9, P < 0.05$; ^b与吴忠市同指标比较, $\chi^2 = 46\ 119.5, 66\ 220.5, 2\ 998.6, 989.9, 5\ 463.1, P < 0.05$; ^c与石嘴山市同指标比较, $\chi^2 = 156\ 274.9, 44\ 600.1, 1\ 467.5, P < 0.05$; ^d与固原市同指标比较, $\chi^2 = 18\ 745.3, P < 0.05$

表 4 不同级别医疗机构 X 射线诊断照射频率(人次/千人口)

Table 4 Frequencies of diagnostic X-ray examinations in medical institutions at different levels (per 1 000 population)

医疗机构	诊疗总人次	各项 X 射线诊断检查			
		CT		X 射线摄影	
		人次	频率	人次	频率
省级医院	4 657 786	288 041	61.8	596 664	128.1
市级医院	11 401 037	298 234	26.2 ^a	1 908 556	167.4 ^a
县级医院	6 586 156	369 374	56.1 ^{ab}	641 424	97.4 ^{ab}
乡级医院	2 472 518	0	0	66 688	27.0 ^{abc}
疾病预防控制中心	194 109	0	0	6 000	30.9 ^{abcd}
私立医院	1 548 570	23 421	15.1 ^{abc}	257 319	166.2 ^{abcde}
合计	26 860 176	979 070	36.5	3 476 651	129.4

医疗机构	各项 X 射线诊断检查					
	X 射线透视		乳腺摄影		合计	
	人次	频率	人次	频率	人次	频率
省级医院	50 711	10.9	7 005	1.5	942 421	202.3
市级医院	31 612	2.8 ^a	3 678	0.3	2 242 080	196.7 ^a
县级医院	94 163	14.3 ^{ab}	0	0	1 104 961	167.8 ^{ab}
乡级医院	13 504	5.5 ^{abc}	0	0	80 192	32.4 ^{abc}
疾病预防控制中心	147 466	759.7 ^{abcd}	0	0	153 466	790.6 ^{abcd}
私立医院	14 555	9.4 ^{abcde}	0	0	295 295	190.7 ^{abcde}
合计	352 011	13.1	10 683	0.4	4 818 415	179.4

注:^a与省级医院同指标相比, $\chi^2 = 119\ 695.8, 1\ 642.8, 53\ 211.6, 38\ 793.4, 26\ 260.4, 195\ 763.5, 16\ 180.5, 14\ 190.8, 42\ 694.5, 2\ 494.0, 5\ 327.5, 2\ 667\ 091.6, 247.4, 670.3, 21\ 883.0, 379\ 507.7, 368\ 824.5, 986.9, P < 0.05$; ^b与市级医院同指标相比, $\chi^2 = 104\ 603.5, 6\ 853.2, 168\ 182.9, 328\ 161.0, 25\ 793.3, 14.9, 79\ 848.1, 4\ 532.3, 7\ 191\ 574.8, 16\ 851.3, 22\ 998.2, 393\ 181.8, 410\ 780.6, 308.1, P < 0.05$; ^c与县级医院同指标相比, $\chi^2 = 45\ 771.1, 123\ 704.7, 9\ 648.2, 60\ 345.4, 11\ 949.3, 3\ 048\ 446.9, 2\ 281.2, 289\ 551.1, 483\ 922.7, 4\ 621.4, P < 0.05$; ^d与乡级医院同指标相比, $\chi^2 = 105.3, 249\ 023.7, 1\ 805\ 121.1, 2\ 130.4, 1\ 294\ 135.5, 281\ 687.4, P < 0.05$; ^e与疾病预防控制中心同指标相比, $\chi^2 = 24\ 600.6, 1\ 151\ 500.3, 324\ 691.9, P < 0.05$

X 射线摄影机逐步被 CR/DR 机所代替;CT 检查频率为 147.9 人次/千人口,在 X 射线诊断中所占比例为 20.3%,远高于我国 1998 年的调查水平(15.55 人次/千人口)^[4],略高于经济水平发达的上海地区;2009 年医用 CT 检查频率为 137.8 人次/千人口,在医用 X 射线诊断频率中占 17.7%^[6],说明 CT 扫描已成为除 CR/DR 及普通 X 射线诊断照射之外的主要放射诊断检查手段;乳腺摄影检查是乳腺癌早期诊断的最佳选择之一,但仅有省级和市级医疗机构拥有乳腺摄影机,照射频率为 5.3 人次/千人口。全区放射治疗、核医学、介入放射学频率均较低,这主要与我区经济发展水平,医疗服务水平等有关。

全区居民医院 X 射线诊断照射频率为 179.4 人次/千人口,不同地区就诊率从高到低排序为:吴忠市、固原市、银川市、石嘴山市、中卫市,X 射线诊断受检率从高到低排序为石嘴山市、吴忠市、银川市、中卫市、固原市,银川市、石嘴山市和吴忠市是宁夏煤炭工业、能源重化工、原材料工业等基地,每年需对大量职业人群进行健康体检,而 X 射线诊断检查是必不可少的检查项目,具有职业健康体检资质的机构也主要集中在这 3 座城市。

不同级别医疗机构 X 射线诊断照射频率比较,疾病预防控制中心总的 X 射线诊断和 X 射线透视照射频率均最高,这主要与疾病预防控制中心是以各类预防性健康体检为主有关。CT 医院照射频率较高的是省级和县级医疗机构,X 射线摄影照射频率较高的是市级和私立医院。省级和市级医疗机构医疗技术和设备先进,X 射线诊断照射频率相对较高;而县级医疗机构由于医疗体制改革报销比例高于省级和市级,并且具有一定的医疗技术实力,因而 X 射线诊断检查的人次会迅速增加;私立医院提供的服务多样化,而且有些私立医院主要以健康体检为主。因此,加强各级医疗机构的防护管理,减少受照个体及群体的辐射剂量。此外,卫生监督管理部门应在增强放射工作人员的防护意识,提高现有设备防护效果的同时,加强各级医疗机构医疗照射监管、限制各类放射诊疗设备的不合理应用。

总之,随着社会经济和医疗卫生事业的发展,医疗照射频率还会继续增长,控制放射工作人员和受检者剂量当量的增长,做好医疗照射防护工作,是当前放射卫生工作的主要任务之一。

(下转第 779 页)

- Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2008 report to the general assembly with scientific annexes [R]. New York; United Nations, 2010.
- [2] International Commission on Radiological Protection. Managing patient dose in multi-detector computed tomography (MDCT). ICRP Publication 102 [R]. Oxford; Pergamon Press, 2007.
- [3] International Commission on Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103 [R]. Oxford; Pergamon Press, 2007.
- [4] DeMarco JJ, Cagnon CH, Cody DD, et al. Estimating radiation doses from multidetector CT using Monte Carlo simulations; effects of different size voxelized patient models on magnitudes of organ and effective dose [J]. Phys Med Biol, 2007, 52(9):2583-2597. DOI: 10.1088/0031-9155/52/9/017.
- [5] 张琳, 朱建国, 闵楠, 等. 3 种常见介入诊疗中放射工作人员有效剂量的估算 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2011, 3(4):393. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2011.04.004.
- Zhang L, Zhu JG, Min N, et al. Estimation of the effective doses for interventional employees in three common interventional diagnosis and treatment procedures [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2011, 3(4):393. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2011.04.004.
- [6] 李士俊. 电离辐射剂量学基础 [M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2008:43.
- Li SJ. Basic dosimetry for ionizing radiation [M]. Suzhou: Suzhou University Press, 2008:43.
- [7] McCollough C, Cody D, Edyvean S, et al. The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT: Report of AAPM Task Group 23 of the Diagnostic Imaging Council CT Committee [R]. College Park, MD: AAPM, 2008:13.
- [8] Computer Tomography Subcommittee Group. Size specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations. Report of AAPM Task Group 204 [R]. College Park, MD: American Association Physicists in Medicine, 2011.
- [9] Wall BF. Radiation protection dosimetry for diagnostic radiology patients [J]. Radiat Prot Dosim, 2004, 109(4):409-419. DOI: 10.1093/rpd/nch317.
- [10] Kawaura C, Aoyama T, Koyama S. Organ and effective dose evaluation in diagnostic radiology based on in-phantom dose measurements with novel photodiode-dosimeters [J]. Radiat Prot Dosim, 2006, 118(4):421-430. DOI: 10.1093/rpd/nci372.
- [11] Roch P, Aubert B. French diagnostic reference levels in diagnostic radiology, computed tomography and nuclear medicine: 2004-2008 review [J]. Radiat Prot Dosim, 2013, 154(1):52-75. DOI: 10.1093/rpd/ncs152.
- [12] Shrimpton P. Assessment of patient dose in CT. In EUR. European guidelines for multislice computed tomography funded by the European Commission 2004; contract number FIGMCT2000-20078-CT-TIP [R]. Luxembourg; European Commission, 2004: Appendix C.

(收稿日期:2016-04-26)

(上接第 760 页)

利益冲突 本文不存在学术纷争,所有作者对文章发表情况均已知情,不存在与他人的经济利益或非经济利益冲突

作者贡献声明 孙彦玲负责资料收集、整理、统计和论文撰写;卢桂才组织协调、论文修改;李鸿成协助数据审核、统计;孔庆宇和姬绪莉协助资料收集和录入

参 考 文 献

- [1] 郑钧正. 电离辐射医学应用的防护与安全 [M]. 北京:原子能出版社, 2009.
- Zheng JZ. Protection and safety about medical applications of ionizing radiation [M]. Beijing: Atomic Energy Press, 2009.
- [2] 郑钧正. 医疗照射防护是现代社会必须充分重视与强化的热点课题 [J]. 环境与职业医学, 2014, 31(10):755-756. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2014.0185.
- Zheng JZ. Radiological protection of medical exposure is a hot topic for modern society to pay more attention and strengthen research [J]. J Environ Occup Med, 2014, 31(10):755-756. DOI:10.13213/j.cnki.jeom.2014.0185.
- [3] 宁夏统计局. 宁夏统计年鉴 2014 [M]. 北京:中国统计出版社, 2014.
- Statistical Bureau of Ningxia. Ningxia statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2014.
- [4] 郑钧正. 放射诊疗的蓬勃发展亟需强化医疗照射防护 (专家论坛) [J]. 医学研究杂志, 2012, 41(10):2-4.
- Zheng JZ. Booming of radiation treatment need to strengthen protection of medical exposure [J]. J Med Res, 2012, 41(10):2-4.
- [5] 路鹤晴, 卓维海, 高林峰, 等. 上海市“十五”和“十一五”期间 X 射线 CT 医疗照射水平调查 [J]. 中国辐射卫生, 2010, 19(2):129-131. DOI:10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2010.02.014.
- Lu HQ, Zhuo WH, Gao LF, et al. Investigation on medical exposure of X-ray computed tomography during the tenth and the eleventh five-year plan in Shanghai [J]. Chin J Radiol Health, 2010, 19(2):129-131. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2010.02.014.
- [6] 王彬, 郑钧正, 高林峰, 等. 上海市医用 X 射线 CT 的应用频率及其分布研究 [J]. 辐射防护, 2013, 33(2):65-73.
- Wang B, Zheng JZ, Gao LF, et al. Frequency levels and distribution of medical X-ray CT procedures in 2007 in Shanghai [J]. Radiat Prot, 2013, 33(2):65-73.

(收稿日期:2016-06-22)