

·临床研究·

杭州市 CT 检查中医疗照射与职业照射水平的研究

赵徵鑫¹ 王强¹ 王海华¹ 钱前¹ 阮书州²

¹ 杭州市职业病防治院职业卫生与放射卫生科 310014; ² 中国医学科学院放射医学研究所, 天津市放射医学与分子核医学重点实验室 300192

通信作者: 阮书州, Email: 53422147@qq.com

【摘要】目的 了解杭州市 CT 检查中的医疗照射与职业照射水平, 为建立 CT 诊断参考水平提供依据。**方法** 2018 年 7 至 12 月, 收集 2017 年杭州市内 16 家医用辐射防护监测点医院的 CT 设备信息及与 CT 操作相关的放射工作人员个人年剂量当量, 并利用医院影像归档和通信系统收集 2742 名受检者的容积 CT 剂量指数(CTDI_{vol})和剂量长度乘积(DLP)。同时使用 CT 长杆电离室测量头部 CT 标准剂量模体的 CTDI_{vol} 和 DLP, 并比较实测值与显示值的差别。基于调查数据计算儿童(<5 岁、5~<10 岁、10~<15 岁组, 共 1158 名)和成人(≥15 岁组, 共 1584 名)受检者不同检查部位 CTDI_{vol} 和 DLP 的最大值、最小值、平均值、四分位数, 并将 CTDI_{vol}(P₇₅)和 DLP(P₇₅)与国外其他国家的数据进行比较。组间比较采用非参数 Kruskal-Wallis H 检验。**结果** 16 家医用辐射防护监测点医院共有 40 台 CT 设备 [进口设备占 92.5%(37/40)]。杭州市内省级、市级、县级监测点医院放射工作人员的平均个人年剂量当量分别为 0.12、0.24、0.47 mSv。儿童组中, CT 受检者的头部、胸部、腹部的 CTDI_{vol}(P₇₅)分别为 48.8、11.3、13.1 mGy, DLP(P₇₅)分别为 655.5、269.2、348.5 mGy·cm; 成人组中, CT 受检者的头部、胸部、腹部的 CTDI_{vol}(P₇₅)分别为 54.8、10.5、12.9 mGy; DLP(P₇₅)分别为 757.0、308.0、724.9 mGy·cm, 2 组各部位 CTDI_{vol}(P₇₅)、DLP(P₇₅)间的比较, 差异均有统计学意义($\chi^2=4.998\sim 39.529$, 均 $P<0.05$)。杭州市 CT 受检者各年龄组间(<5 岁、5~<10 岁、10~<15 岁和 ≥15 岁组)头部、胸部和腹部的 CTDI_{vol}($\chi^2=24.334、10.573、22.723$)、DLP($\chi^2=62.981、51.640、57.983$)差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。其他国家儿童 CT 受检者的头部、胸部、腹部的 CTDI_{vol} 和 DLP 分别为 20~40、1.5~6.5、2.5~6.0 mGy 和 240~650、12~115、27~800 mGy·cm; 其他国家成人 CT 受检者的头部、胸部、腹部 CTDI_{vol} 和 DLP 分别为 30~85、9~22、12~31 mGy 和 935.6~1360、346.5~610、600~1325 mGy·cm。与其他国家相比, 中国杭州成人 CT 受检者的 CTDI_{vol}(P₇₅)和 DLP(P₇₅)整体处于较低水平, 但儿童 CT 受检者的 CTDI_{vol}(P₇₅)和 DLP(P₇₅)则处于较高水平。**结论** 杭州市 CT 检查所致放射工作人员职业照射水平符合国家标准要求。儿童 CT 受检者医疗照射水平较其他国家偏高。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 受检者; 容积 CT 剂量指数; 剂量长度乘积; 诊断参考水平

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

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202007003-00066

Level of medical and occupational exposures in CT examination in Hangzhou

Zhao Zhixin¹, Wang Qiang¹, Wang Haihua¹, Qian qian¹, Ruan Shuzhou²

¹Department of Occupational Health and Radiation Hygiene, Hangzhou Hospital for the Prevention and Treatment of Occupational Disease, Hangzhou 310014, China; ²Tianjin Key Laboratory of Radiation Medicine and Molecular Nuclear Medicine, Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Tianjin 300192, China

Corresponding author: Ruan Shuzhou, Email: 53422147@qq.com

【Abstract】 Objective To understand the level of medical and occupational exposures caused

by CT examination in Hangzhou and provide basis for the establishment of CT diagnostic reference level. **Methods** CT equipment information and individual annual dose equivalent of radiation workers related to CT operation of 16 medical radiation protection monitoring point hospitals in Hangzhou in 2017 were collected from July to December 2018. Volume CT dose index (CTDI_{vol}) and dose length product (DLP) of 2742 subjects were collected using the hospital image archiving and communication system. At the same time, CTDI_{vol} and DLP of CT equipment of head CT standard dose phantom were measured with a CT long rod ionization chamber, and the difference between measured and displayed values was compared. Maximum, minimum, average, and quartile CTDI_{vol} and DLP in children (<5, 5-10, 10-15 years group, 1158 cases in total) and adults (≥15 years group, 1584 cases in total) were calculated on the basis of survey data, and CTDI_{vol} (P_{75}) and DLP (P_{75}) were compared with that of other countries. Kruskal-Wallis H test, a nonparametric approach, was used to compare groups. **Results** Forty sets of CT equipment were found in 16 hospitals of medical radiation protection monitoring points (imported equipment accounts for 92.5% (37/40)). Average individual annual dose equivalent of radiation workers in provincial, municipal, and county hospitals in Hangzhou was 0.12, 0.24, and 0.47 mSv, respectively. CTDI_{vol} (P_{75}) and DLP (P_{75}) of head, chest, and abdomen in the children group were 48.8, 11.3, 13.1 mGy and 655.5, 269.2, 348.5 mGy·cm, respectively. CTDI_{vol} (P_{75}) and DLP (P_{75}) of head, chest, and abdomen in the adult group were 54.8, 10.5, 12.9 mGy and 757.0, 308.0, 724.9 mGy·cm, respectively, and there were significant differences in CTDI_{vol} (P_{75}) and DLP (P_{75}) between the two groups in different parts ($\chi^2=4.998-39.529$, all $P<0.05$). CTDI_{vol} (head $\chi^2=24.334$, chest $\chi^2=10.573$, and abdomen $\chi^2=22.723$; all $P<0.05$) and DLP (head $\chi^2=62.981$, chest $\chi^2=51.640$, and abdomen $\chi^2=57.983$; all $P<0.05$) among age groups (<5, 5-10, 10-15 and ≥15 years) were statistically significant in the CT examination. CTDI_{vol} and DLP ranges of the head, chest, and abdomen of children with CT in other countries were 20-40, 1.5-6.5, 2.5-6.0 mGy and 240-650, 12-115, 27-800 mGy·cm, respectively. CTDI_{vol} and DLP ranges of the head, chest, and abdomen of adult CT subjects were 30-85, 9-22, 12-31 mGy and 935.6-1360, 346.5-610, 600-1325 mGy·cm, respectively. Compared with other countries, the CTDI_{vol}(P_{75}) and DLP (P_{75}) of adult CT patients were at a lower level as a whole. However, CTDI_{vol} (P_{75}) and DLP (P_{75}) were at a high level in children CT patients. Compared with other countries, the CTDI_{vol}(P_{75}) and DLP (P_{75}) of adult CT patients were at a lower level as a whole. However, CTDI_{vol} (P_{75}) and DLP (P_{75}) were at a high level in children CT patients. **Conclusions** The occupational exposure level of radiation workers caused by CT examination in Hangzhou meets the requirements of national standards. The medical exposure level of children with CT examination was higher than that of other countries.

【 Key words 】 Tomography, X-ray computed; Subject; Volume CT dosimetry index; Dose length product; Diagnostic reference level

Fund programs: Zhejiang Medical and Health Science and Technology Project (2021KY956); Hangzhou Science and Technology Development Plan (20201203B220)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202007003-00066](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202007003-00066)

CT作为一种具有高空间分辨力和高病灶检出率的医用辐射设备,在疾病诊断方面发挥着越来越重要的作用^[1-2]。由于CT采用的是体层扫描技术,因此受检者在疾病诊断过程中所受辐射剂量较大。联合国原子辐射效应科学委员会2000年、2008年和2018年的报告显示,CT检查所致有效剂量占集体有效剂量的百分数分别为34%、43%、52.5%^[3-5]。CT所致集体辐射剂量呈显著增加态势,由此可

知电离辐射对人体的损害也不可回避。与成人相比,儿童具有更高的辐射敏感性^[3],因此在保证影像质量的前提下应尽可能减少儿童在CT检查中的受照剂量。随着就医者风险意识的提高,CT辐射剂量与防护最优化问题引起越来越多研究者的关注^[6-9]。

近年来西方许多国家均对本国CT辐射剂量进行了调查,以了解本国的CT受检者常规检查项目

的辐射剂量,并建立符合本国国民体质特征的CT诊断参考水平。目前我国对此相关的统计调查研究相对较少,因此,在国内开展相关研究工作显得十分重要。中国人口基数大,如果没有适合我国国民体质特征的CT诊断参考水平,在实际诊疗中就可能大幅度增加受检者的受照剂量,并造成集体有效剂量大幅度增加。本研究旨在了解杭州地区CT检查所致医疗照射与职业照射水平,为相关主管部门推动CT检查的医疗照射防护优化和制定杭州地区CT诊断参考水平提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2018年7至12月,选取2017年杭州市内16家医用辐射防护监测点医院作为调查对象(根据杭州市各辖区医疗机构的数量,在每个辖区选取1家),包括5家省级监测点医院、5家市级监测点医院和6家县级监测点医院;根据医院级别,三甲医院9家、三级乙等医院4家、二级甲等医院2家和二级乙等医院1家。调查16家监测点医院CT受检者不同检查部位(头部、胸部、腹部)的剂量信息。依据国际放射防护委员会102号报告^[10]对受检者年龄分段的要求,将受检者年龄段分成儿童年龄段(<5岁、5~<10岁、10~<15岁组)和成人年龄段(≥15岁组)。本次共调查了2742名CT受检者(成人1584名、儿童1158名)常规检查项目的相关信息,其中头部881名、胸部891名、腹部970名。成人组中,头部495名、胸部526名、腹部563名;儿童组中,头部386名、胸部365名、腹部407名。

1.2 研究方法

应用医院影像归档和通信系统收集含有受检者剂量信息的医学数字成像与通信文件。受检者剂量信息为容积CT剂量指数(volume CT dosimetry index, $CTDI_{vol}$)和剂量长度乘积(dose length product, DLP)。收集医院内所有CT设备信息和与CT操作相关的科室内所有放射工作人员的个人剂量信息。

1.3 CT受检者的受照剂量

将头部CT标准剂量模体放在美国GE公司生产的16排32层CT设备(型号为Optima CT 540)的诊断床上,分别将笔形长杆电离室插入头部模体中心和四周孔径内,测量时模体其他孔径用聚甲基丙

烯酸甲酯填充棒填充,然后选择不同的管电流与曝光时间的乘积(mAs)进行扫描,并记录剂量仪实测的 $CTDI_{vol}$ 和CT设备显示的 $CTDI_{vol}$ 。

1.4 统计学方法

采用SPSS 19.0软件对相关数据进行统计学分析。基于调查数据计算不同受检部位 $CTDI_{vol}$ 和DLP的最大值、最小值、平均值、四分位数(P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75})。并将 $CTDI_{vol}$ 和DLP的 P_{75} 与其他国家的数据进行比较,组间比较采用非参数Kruskal-Wallis H 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CT的基本信息

进口CT设备共37台,其中省级监测点医院18台、市级监测点医院10台、县级监测点医院9台(包括德国Siemens公司12台、美国GE公司14台、荷兰Philips公司9台和日本东芝公司2台)。国产CT设备仅3台,其中省级监测点医院1台、县级监测点医院2台(包括上海联影医疗科技开发有限公司2台、绍兴明峰医疗系统股份有限公司1台)。

2.2 放射工作人员的个人年剂量当量

杭州市省级、市级和县级监测点医院与CT操作相关放射工作人员的平均个人年剂量当量分别为0.12、0.24、0.47 mSv。县级监测点医院医务人员的平均个人年剂量当量分别是市级和省级监测点医院的2倍和4倍,且3组间的差异无统计学意义($\chi^2=1.818$, $P > 0.05$)。

2.3 CT实测剂量与显示剂量的关系

由表1可知,头部CT检查中实测模体剂量与显示剂量 $CTDI_{vol}$ 的比值为1.28~1.31,一致性较

表1 头部CT检查实测模体剂量与设备显示剂量的比较

Table 1 Comparison of phantom dose measured by head CT examination and equipment display dose

管电流与曝光时间的乘积(mAs)	设备显示 $CTDI_{vol}$ (mGy)	实测 $CTDI_{vol}$ (mGy)	实测值/显示值
80	8.67	11.36	1.31
100	14.61	18.84	1.29
160	23.57	30.17	1.28
200	29.45	37.98	1.29
260	41.59	53.65	1.29

注:CT扫描野为头部,准直宽度为10 mm、管电压为120 kV。CT为计算机体层摄影术; $CTDI_{vol}$ 为容积CT剂量指数

好。可根据 CT 设备显示剂量快速估算 CT 受检者实际受照剂量。

2.4 CT 受检者常规检查项目的辐射剂量

儿童和成人 CT 受检者 CTDI_{vol} 和 DLP 的最大值、最小值、平均值、四分位数等具体数据见表 2。从 CTDI_{vol}、DLP 的最大值和最小值的差值可以看出,不同 CT 设备的 CTDI_{vol}、DLP 之间的差异较大。儿童头部 CT 检查中,CTDI_{vol}(P_{75})、DLP(P_{75})均低于成人,且差异均有统计学意义($\chi^2=13.791$ 、 32.768 , 均 $P<0.05$); 儿童胸部和腹部 CT 检查 CTDI_{vol}(P_{75})均高于成人,且差异均有统计学意义($\chi^2=6.619$ 、 4.998 , 均 $P<0.05$); 儿童胸部和腹部 DLP(P_{75})均低于成人,且差异均有统计学意义($\chi^2=35.730$ 、 39.529 , 均 $P<0.05$)。

杭州市 CT 受检者各年龄组间(<5 岁、5~<10 岁、10~<15 岁、≥15 岁组)的头部、胸部和腹部的 CTDI_{vol}($\chi^2=24.334$ 、 10.573 、 22.723)、DLP($\chi^2=62.981$ 、 51.640 、 57.983)差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

中国杭州市成人和儿童受检者与其他国家成人和儿童受检者各部位 CT 剂量诊断参考水平的差异见表 3、4。由表 3、4 可知,其他国家儿童 CT 受检者的头部、胸部和腹部 CTDI_{vol} 分别为 20~40、1.5~6.5、2.5~6.0 mGy; 而头部、胸部和腹部的 DLP 分别为 240~650、12~115、27~800 mGy·cm。成人 CT 受检者的头部、胸部和腹部 CTDI_{vol} 分别 30~85、

9~22、12~31 mGy; 头部、胸部和腹部的 DLP 分别为 935.6~1360、346.5~610、600~1325 mGy·cm。

3 讨论

在本次调查的 40 台设备中,进口 CT 设备共 37 台(92.5%),国产 CT 设备仅 3 台(7.5%),这说明国产设备厂商仍需加大研发和市场开拓,才能更好地占有市场。

杭州市与 CT 操作相关的放射工作人员的平均个人年剂量当量远低于国家标准要求(5 年内平均受照剂量不超过 20 mSv/年,任何一年受照剂量不超过 50 mSv),这可能与杭州地区 CT 放射工作人员日常注重个人防护有关。值得注意的是,尽管省级监测点医院日常 CT 检查工作较多,但与 CT 操作相关的放射工作人员平均个人年剂量当量在省级、市级和县级监测点医院中却呈递增趋势。产生该现象的原因可能是省级监测点医院放射工作人员分工明确,诊断医师不操作 CT 设备,所有 CT 扫描操作均由放射科技师完成,而基层医院放射科人员分工不明确,除技师外,诊断医师也参与日常 CT 扫描操作。本研究将所有 CT 放射工作人员的个人年剂量当量直接进行均值化处理,进而导致省级监测点医院比县级监测点医院放射工作人员的平均个人年剂量当量低。

随着医学技术的提升,CT 等医用辐射设备在疾病诊断方面扮演着越来越重要的作用。目前,

表 2 2017 年杭州市 2742 名 CT 受检者的 CTDI_{vol} 和 DLP 信息

Table 2 Volume CT dosimetry index and dose length product information of 2742 CT subjects in Hangzhou in 2017

分组	CTDI _{vol} (mGy)						DLP(mGy·cm)					
	最小值	最大值	平均值	P_{25}	P_{50}	P_{75}	最小值	最大值	平均值	P_{25}	P_{50}	P_{75}
儿童												
头部	15.8	73.1	43.4	37.3	44.9	48.8 ^a	219.0	878.8	566.7	487.1	585.0	655.5 ^a
胸部	1.0	33.5	7.9	3.8	5.6	11.3 ^b	15.9	762.2	189.2	91.0	146.9	269.2 ^c
腹部	1.2	19.5	9.1	4.5	8.5	13.1 ^b	18.0	1069.7	265.1	125.2	222.7	348.5 ^c
成人												
头部	25.5	87.6	48.3	46.5	48.8	54.8	448.5	1469.0	713.6	651.0	680.0	757.0
胸部	0.7	14.6	9.0	7.7	8.6	10.5	22.6	613.4	327.8	257.0	308.0	308.0
腹部	6.7	21.2	10.9	8.9	9.3	12.9	232.7	1515.0	593.2	300.0	538.4	724.9

注: P_{25} 为处在调查数据的下四分位数,即异常低剂量的提示水平; P_{50} 为调查数据的中位数,即可能达到水平; P_{75} 为处在调查数据的上四分位数,即诊断参考水平。^a表示与成人 CTDI_{vol}(P_{75})、DLP(P_{75})相比,差异均有统计学意义($\chi^2=13.791$ 、 32.768 , 均 $P<0.05$); ^b表示与成人胸部和腹部 CTDI_{vol}(P_{75})相比,差异均有统计学意义($\chi^2=6.619$ 、 4.998 , 均 $P<0.05$); ^c表示与成人胸部和腹部 DLP(P_{75})相比,差异均有统计学意义($\chi^2=35.730$ 、 39.529 , 均 $P<0.05$)。CT 为计算机体层摄影术; CTDI_{vol} 为容积 CT 剂量指数; DLP 为剂量长度乘积

表3 中国杭州市儿童与其他国家儿童各部位CT诊断参考水平的比较

Table 3 Comparison of CT diagnostic reference levels of different parts of children in Hangzhou (China) and other countries

国家(地区)	年龄(岁)	头部		胸部		腹部	
		CTDI _{vol} (mGy)	DLP(mGy·cm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP(mGy·cm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP(mGy·cm)
中国杭州	<5	48.7	652.9	12.0	215.8	8.5	195.4
	5~<10	48.8	681.3	9.6	230.7	12.5	279.9
	10~<15	48.8	669.3	14.1	384.3	16.6	480.7
奥地利	0	-	300	-	80	-	-
	1	-	400	-	100	-	-
比利时	<1	22	420	-	-	-	110
	1~4	30	540	1.5	35	-	800
瑞士	新生儿	27	290	-	12	-	27
	<1	33	390	-	28	-	70
	1~5	40	520	-	55	-	125
德国	新生儿	27	300	1.5	20	2.5	45
	<1	33	400	2.0	30	3.5	85
	2~5	40	500	3.5	65	6.0	165
西班牙	0	-	250	-	46	-	95
	1~5	-	340	-	82	-	150
法国	10 kg, 1岁	30	420	3.0	30	4.0	80
爱尔兰	婴儿	-	340	-	-	-	130
	1~4	-	470	-	-	-	160
立陶宛	1	-	570	-	-	-	-
	5	-	630	-	-	-	-
荷兰	4 kg, 0岁	20	240	-	-	-	-
	11 kg, 1岁	25	300	-	-	-	-
	21 kg, 5岁	35	420	-	-	-	-
英国	0~1	25	350	6.0	100	-	-
	2~5	40	650	6.5(5岁)	115(5岁)	-	-

注：其他国家数据来源于 *European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging*^[11]。CT 为计算机断层摄影术；CTDI_{vol} 为容积 CT 剂量指数；DLP 为剂量长度乘积；-表示无相关数据

表4 中国杭州市成人与其他国家成人各部位CT诊断参考水平的比较

Table 4 Comparison of CT diagnostic reference levels of different parts of adults in Hangzhou (China) and other countries

国家(地区)	头部		胸部		腹部	
	CTDI _{vol} (mGy)	DLP(mGy·cm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP(mGy·cm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP(mGy·cm)
中国杭州	54.8	757	10.5	308	12.9	724.9
日本	85	1350	15	550	20	1000
英国	60	970	12	610	15	745
爱尔兰	58	940	9	390	12	600
澳大利亚	60	1000	15	450	15	700
加拿大	79	1302	14	521	18	874
希腊	67	1055	14	480	16	760
荷兰	-	935.6	-	346.5	15	700
埃及	30	1360	22	420	31	1325

注：其他国家数据来源于《CT 辐射剂量诊断参考水平专家共识》^[12]。CT 为计算机断层摄影术；CTDI_{vol} 为容积 CT 剂量指数；DLP 为剂量长度乘积；-表示无相关数据

CT已成为最大的医源性人工辐射来源。Pearce等^[13]发现,儿童CT检查红骨髓累积剂量达50 mGy,这导致白血病的可能发病风险增至3倍多。因此,应建立CT诊断参考水平以实现CT成像的合理性和剂量最优化。目前,国内外主要采用CT剂量指数100(CTDI₁₀₀)、加权CT剂量指数(CTDI_w)和CTDI_{vol}3个参数来描述CT剂量信息。参数直观可读,可对各类CT设备的性能进行快速比较。CT剂量指数只是描述设备性能的量,并不能体现CT检查所致受检者的受照剂量。国际放射防护委员会102号报告^[10]显示,对于固定年龄的转换因子是固定的,只需知道受检者DLP的具体数值即可估算其有效剂量。因此,DLP可用于表征CT检查所致受检者剂量。本研究结果显示,在不同的扫描条件下,CT检查中实测剂量与设备显示剂量的比值在实际扫描中较为稳定,因此可根据设备显示剂量,按照比值关系快速估算CT受检者的实际受照剂量。

在放射诊断中,医疗机构应以获得可接受的影像质量或足够的诊断信息为目的^[14]。诊断参考水平是用于CT受检者放射防护最优化中的一个调查水平,能表明在诊疗过程中给予中等体型受检者的辐射剂量是否异常高或低,但并不适用于特殊体型受检者或者受检者个体的剂量参考,它通常是指一个国家或地区内受检者受照剂量分布的某一百分位数,一般作为非正常高辐射剂量水平(P_{75})的一个警示,也可作为非正常低剂量水平(P_{25})的一个提示。在CT诊疗活动中采用诊断参考水平管理受检者的受照剂量,可使受照剂量与临床诊断目的相匹配,降低非正当过高或过低剂量的发生频率。

在临床实践中,如果受检者的受照剂量经常显著超过诊断参考水平(P_{75})时,应对该诊疗过程和进行检查,以判断受检者的放射防护是否实现最优化。否则,应在确保获取必需的诊断信息条件下,尽可能地降低受检者的受照剂量^[14]。如果受检者的剂量普遍低于调查数据的25%位数(P_{25}),则需核查该CT扫描是否能够提供有用的诊断信息并给受检者带来预期的医疗受益。如果采用了先进的成像新设备或重建算法,既能显著降低受检者的受照剂量,又能保证影像质量满足疾病诊断需求时,则可继续该医疗任务,否则应根据需要采取纠正措施。

与其他国家的成人CT受检者诊断参考水平相

比,杭州市成人CT受检者CTDI_{vol}和DLP有高低,但整体处于较低水平,这可能是因为杭州市的放射工作人员在进行成人CT检查时,在参数的设置上更加合理。但与其他国家的儿童CT受检者的诊断参考水平相比,杭州市儿童CT受检者的CTDI_{vol}和DLP却处于较高水平,因此在实际诊疗中仍需优化扫描参数,降低儿童受检者的受照剂量。在实际调查中发现,部分CT操作人员片面追求影像质量而忽略受检者受照剂量的现象仍时有发生,这也在无形之中增加了受检者的受照剂量。

本研究反映了杭州市成人和儿童CT受检者的诊断参考水平,可为国家相关主管部门制定符合本国国民体质特征的CT诊断参考水平提供依据。对于其他地区的CT受检者的诊断参考水平而言,本研究结果也可以提供参考。为更加真实地反映本地区受检者的诊断参考水平,有条件的研究机构可以对本地区CT受检者的诊断参考水平进行调查研究。

诊断参考水平取决于接受该诊断程序的人群特征,比如体型、体重等,同时也受人群检查中所使用设备的品牌或型号的影响。本研究只将统计的数据进行综合分析而未进行详细的区分。为制定更加详细的诊断参考水平,在接下来的研究中可针对上述影响因素进行详细区分。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 赵微鑫负责论文的撰写;王强、王海华、钱前负责数据的收集与整理、论文的校对;阮书州负责研究的总体设计与指导。

参 考 文 献

- [1] 陈相猛,段晓蓓,龙晚生,等.高分辨CT影像学特征对非实性肺结节微浸润性腺癌与浸润性腺癌的鉴别诊断[J].国际放射医学核医学杂志,2020,44(5):309-316. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-201909041-00038.
Chen XM, Duan XB, Long WS, et al. High resolution CT features of pulmonary non-solid nodules for distinguishing minimally invasive adenocarcinoma from invasive adenocarcinoma[J]. Int J Radiat Med Nucl Med, 2020, 44(5): 309-316. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-201909041-00038.
- [2] 田晓娟,乔英.第三代双源双能CT虚拟去钙骨髓成像在椎体成骨性骨转移瘤评价中的价值[J].国际放射医学核医学杂志,2020,44(2):81-86. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2020.02.002.

- Tian XJ, Qiao Y. Value of third generation dual-source dual-energy CT virtual decalcified bone marrow imaging in the evaluation of vertebral osteogenic bone metastases[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2020, 44(2): 81-86. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2020.02.002.
- [3] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2000 Report. Sources and effects of ionizing radiation[R]. New York: United Nations, 2000.
- [4] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2008 Report. Sources and effects of ionizing radiation[R]. New York: United Nations, 2010.
- [5] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2018 Report. Sources and effects of ionizing radiation[R]. New York: United Nations, 2018.
- [6] 郭浩, 巴新茹, 刘奉立, 等. CT能谱成像基本原理及降低辐射剂量新技术[J]. *医学影像学杂志*, 2018, 28(8): 1394-1397. Guo H, Ba XR, Liu FL, et al. The principle of CT spectral imaging and current progress in reducing radiation dose[J]. *J Med Imaging*, 2018, 28(8): 1394-1397.
- [7] Wagner MG, Hinshaw JL, Li Y, et al. Ultra-low radiation dose CT fluoroscopy for percutaneous interventions: a porcine feasibility study[J]. *Radiology*, 2019, 291(1): 241-249. DOI: 10.1148/radiol.2019181362.
- [8] 邱海静, 陈勇, 任涛, 等. 基于不同体质量指数CT尿路成像辐射剂量控制[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2020, 40(1): 64-70. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.01.012. Qiu HJ, Chen Y, Ren T, et al. Radiation dose control for CT urography based on different body mass index[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2020, 40(1): 64-70. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.01.012.
- [9] 李亮, 王莉, 曾菲菲, 等. 低剂量CT在妊娠合并新型冠状病毒肺炎中的应用价值[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2020, 40(5): 333-337. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.05.001. Li L, Wang L, Zeng FF, et al. The application value of low-dose CT scan in pregnant women with COVID-19[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2020, 40(5): 333-337. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.05.001.
- [10] International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 102. Managing patient dose in multi-detector computed tomography (MDCT)[R]. Oxford: Pergamon Press, 2007.
- [11] European Commission. Radiation protection No. 185. European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging [R]. Luxembourg: European Commission, 2018.
- [12] 中华医学会放射学分会质量管理与安全管理学组. CT辐射剂量诊断参考水平专家共识[J]. *中华放射学杂志*, 2017, 51(11): 817-822. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2017.11.001. Chinese Medical Association Radiology Society Quality Management and Security Management Group. Experts consensus on diagnostic reference level of CT radiation dose[J]. *Chin J Radiol*, 2017, 51(11): 817-822. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2017.11.001.
- [13] Pearce MS, Salotti JA, Little MP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study[J]. *Lancet*, 2012, 38(6): 499-505. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60815-0.
- [14] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. WS/T 637-2018 X射线计算机断层摄影成年人诊断参考水平[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019. National Health Commission of the People's Republic of China. WS/T 637-2018 Diagnostic reference levels for adults in X-ray computed tomography[S]. Beijing: Standards Press of China, 2019.

(收稿日期: 2020-07-02)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

谨防诈骗声明

近期发现有单位盗用我刊名义, 在社会上征集稿件、征收版面费, 造成了极其恶劣的影响, 严重地损害了我刊声誉。在此, 我刊编辑部严重声明, 我们未委托任何单位、公司及网站办理网上投稿、组稿及其相关业务。请广大读者、作者提高警惕, 以免上当受骗。我刊网站(www.ijrmnm.com)可在线投稿、查询、审稿、退稿等, 欢迎广大读者、作者登录并进行相关浏览和投稿。

联系电话: 022-87890607

联系邮箱: gjfh2006@irm-cams.ac.cn

本刊编辑部