· 影像技术 ·

CareDose 4D 联合 Care kV 对 CT 肺部磨玻璃密度结节图像质量影响的体模研究

胡仕北 周鹏 何长久 青浩渺 张涛 彭育标 李德珊
四川省肿瘤医院 · 研究所 四川省癌症防治中心 电子科技大学医学院放射科, 成都 610041
通信作者:何长久, Email: scszlyyhcj@ sina.com

【摘要】 **目的** 探讨 CareDose 4D 联合 Care kV 对 CT 肺部磨玻璃密度结节(ground glass nodule, GGN)图像质量和辐射剂量的影响。**方法** 采用 7 种低剂量方案对含有 6 个 GGN 的胸部仿真体模行 CT 扫描。方案 1 采用 CareDose 4D + Care kV。方案 2、3、4 管电压 120 kV,管电流分别为 30、20、10 mAs。方案 5、6、7 管电压 100 kV,管电流分别为 30、20、10 mAs。比较不同方案的图像质量[CT 值、对比噪声比(CNR)、噪声值(SD)和主观评分]和有效剂量(E)。**结果** 各方案 GGN 的 CT 值差异无统计学意义(P>0.05)。方案 1 的 SD 高于方案 2、3、5,低于方案 7,而 CNR 低于方案 2、3、5,高于方案 7,差异均有统计学意义(t=13.020、9.560、8.120、−5.720、−7.849、−5.192、−4.130、1.361,P<0.05)。方案 1 的 SD、CNR 与方案 4、6 差异均无统计学意义(P>0.05)。方案 1、2、3、5、6 各 GGN 的主观评分均≥3 分,方案 4、7 各有 1 个 GGN 的主观评分<3 分。方案 1 的 E 较方案 2、3、5、6 分别降低了 63.0%、44.4%、38.8%、9.1%。**结论** CareDose 4D 联合 Care kV 在低剂量肺部 CT 扫描中,可保证 GGN 的图像质量,有效降低辐射剂量。

【关键词】 CareDose 4D; Care kV; 磨玻璃密度结节; 辐射剂量; 图像质量
基金项目:四川省科技计划项目(2017JY0080,2018SZ0183)
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.07.010

Phantom study of the influence of CareDose 4D and Care kV on CT pulmonary ground glass nodule with respect to image quality and radiation dose

Hu Shibei, Zhou Peng, He Changjiu, Qing Haomiao, Zhang Tao, Peng Yubiao, Li Deshan
Department of Radiology, Sichuan Cancer Hospital & Institute, Sichuan Cancer Center, School of Medicine, University of Electronic Science and Technology, Chengdu 610041, China
Corresponding author: He Changjiu, Email: scszlyyhcj@sina.com

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the effect of CareDose 4D combined with Care kV on CT pulmonary ground glass nodule (GGN) with respect to quality and radiation dose. **Methods** The thoracic model containing 6 GGN was performed by using 7 low-dose schemes. The CareDose 4D + Care kV was adopted in scheme 1. In schemes 2, 3 and 4, the tube voltage was 120 kV, and the tube current 30, 20 and 10 mAs respectively. In schemes 5, 6 and 7, the tube voltage was 100 kV, and the tube current was 30, 20 and 10 mAs, respectively. The image quality [CT value, contrast noise ratio (CNR), noise value (SD) and subjective score] and effective dose (E) were compared. **Results** There was no statistically significant difference in CT value of GGN among different schemes (P>0.05). The SD of scheme 1 was higher than those of schemes 2, 3 and 5, but lower than those f scheme 7, while the CNR of scheme 1 was lower than those of schemes 2, 3 and 5, but higher than that of scheme 7 (t=13.020, 9.560, 8.120, −5.720, −7.849, −5.192, −4.130, 1.361, P<0.05). SD and CNR of scheme 1 were not significantly different from those of scheme 4 and 6 (P>0.05). The subjective scores of each GGN of schemes 1, 2, 3, 5 and 6 was over 3 points, but and the subjective scores of one GGN of each of schemes 4 and 7 were below 3 points. The value E of the scheme 1 was reduced by 63.0%, 44.4%, 38.8%, and 9.1%, compared with the schemes 2, 3, 5 and 6, respectively. **Conclusions** CareDose 4D combined with Care kV in low-dose lung CT scan can ensure the image quality of GGN and reduce the radiation dose effectively.

【**Key words**】 CareDose 4D; Care kV; Ground glass nodule; Radiation dose; Image quality
Fund programs: Science and Technology Project of Sichuan Province(2017JY0080、2018SZ0183)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.07.010

采用迭代算法重建较常规滤波反投影法可明显降低图像噪声,提高图像质量,有效降低受检者的辐射剂量[1-2]。低剂量胸部 CT 扫描技术广泛应用于肺癌筛查,且检出的肺内磨玻璃密度结节(ground glass nodule, GGN)明显增多[3]。肺部 GGN 可以是不典型腺瘤样增生、原位癌、微浸润性腺癌甚至浸润性腺癌[4]。以往研究筛查早期肺癌多采用低管电压或低管电流的方法,缺点在于不能根据受检者的体型实现个性化扫描。因此,本研究旨在通过胸部仿真体模探讨 CareDose 4D 联合 Care kV 对肺部 GGN 图像质量和辐射剂量的影响,为临床个性化低剂量 CT 筛查 GGN 提供参考。

材料与方法

1. 材料:采用成年男性胸部仿真体模[成都剂量人体模型(Chengdu dosimetric phantom, CDP)],体模由纵隔、肺和骨骼等组织构成。体模内放置 6 个模拟的 GGN。GGN 1~6 的最大径分别为 5、6、7、8、9、10 mm。6 个 GGN 分布于左肺上、中、下肺层面。

2. 扫描方法:采用德国 Siemens Definition Flash 双源 CT 扫描仪。采用 7 种低剂量方案对含有 6 个 GGN 的胸部仿真体模行 CT 扫描。方案 1 采用 CareDose 4D(参考管电流 30 mAs)+ Care kV(参考管电压100 kV)。方案 2、3、4 管电压 120 kV,管电流分别为 30、20、10 mAs,方案 5、6、7 管电压 100 kV,管电流分别为 30、20、10 mAs。其他扫描参数一致,准直器宽度 128×0.6 mm,螺距 1.0,旋转时间 0.33 s/周,扫描视野(SFOV) 500 mm,显示视野(DFOV) 350 mm,扫描范围固定。各方案均采用迭代重建算法(SAFIRE)(Level 5)重建,重建层厚和层间距均为 0.5 mm,卷积核 I50 f,窗宽 1 200 HU,窗位-600 HU。

3. 图像质量分析:将原始数据传输至德国 Siemens Syngo.Via 工作站。由 2 名资深放射科医师采用盲法对图像质量进行客观评价和主观评分。

(1)客观评价:分别测量 6 个 GGN 的 CT 值(CT_{GGN}),感兴趣区(ROI)面积约为 GGN 的 2/3;并测量 6 个 GGN 层面胸前空气区空气的 CT 值($CT_{空气}$)及标准差(SD),ROI 面积约为 129.4 mm^2,计算平均 CT 值和噪声(SD)。计算 GGN 的对比噪声比(contrast noise ratio, CNR),$CNR=(CT值_{GGN}-CT值_{空气})/SD_{空气}$。

(2)主观评分:5 分,GGN 清晰可见,GGN 内部结构清晰,边缘锐利,完全满足诊断要求;4 分,GGN 清晰可见,GGN 内部结构比较清晰,边缘比较锐利,能满足诊断要求;3 分,GGN 可见,GGN 内部结构欠清晰,边缘欠锐利,基本满足诊断要求;2 分,GGN 尚可见,但内部结构模糊,边缘不清,不能满足诊断要求;1 分,GGN 不可见,不能满足诊断要求。评分≥3 分认为图像能满足临床诊断要求。

4. 辐射剂量:扫描完成后,由设备自动给出各方案的容积 CT 剂量指数(volume CT dose index, $CTDI_{vol}$)、剂量长度乘积(dose length product, DLP),并计算有效剂量(effective dose, E),$E=DLP\times k$,$k=0.014 mSv\cdot mGy^{-1}\cdot cm^{-1}$[5]。

5. 统计学处理:采用 SPSS 18.0 软件进行分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验评价计量资料是否符合正态分布,符合正态分布的资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示。两组计量资料间比较采用 t 检验,多组计量资料间比较采用单因素方差分析,如差异有统计学意义,则结合 LSD 法进行组内两两比较。各方案的辐射剂量直接比较。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结　果

1. 图像质量:各方案 GGN 的 CT 值差异无统计学意义($P>0.05$)。方案 1 的 SD 高于方案 2、3、5,低于方案 7,而 CNR 低于方案 2、3、5,高于方案 7,差异均有统计学意义($t=13.020$、9.560、8.120、-5.720、-7.849、-5.192、-4.130、1.361,$P<0.05$)。方案 1 的 SD、CNR 与方案 4、6 差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。方案 1、2、3、5、6 各 GGN 的主观评分均≥3 分,方案 4、7 各有 1 个 GGN 的主观评分<3 分。见表 2。

2. 辐射剂量:采用 Care Dose 4D+Care kV 扫描时,方案 1 的管电压为 100 kV,管电流范围为 10~27 mAs,有效管电流为 18 mAs。方案 1 的 $CTDI_{vol}$、DLP、E 均明显低于方案 2、3、5、6,而高于方案 4、7。其中,方案 1 的 E 较方案 2、3、5、6 分别降低了 63.0%、44.4%、38.8%、9.1%,而较方案 4、7 分别增加了 7.1%、76.5%(表 3)。

表 1　不同扫描方案人体模型磨玻璃密度结节的客观评价指标($\bar{x}\pm s$)

Table 1　Objective indexes for assessing image quality of ground glass nodule of phantom in different scanning schemes($\bar{x}\pm s$)

方案	扫描参数	CNR	CT 值(HU)	SD(HU)
1	Care Dose 4D+Care kV	11.6±1.6	−638.2±47.2	31.0±2.8
2	120 kV+30 mAs	18.4±3.2[a]	−620.2±46.2	20.8±2.7[a]
3	120 kV+20 mAs	15.8±2.6[a]	−622.5±41.7	24.3±4.2[a]
4	120 kV+10 mAs	11.0±2.2	−634.2±45.7	33.4±4.8
5	100 kV+30 mAs	14.7±2.1[a]	−626.1±50.3	25.6±4.4[a]
6	100 kV+20 mAs	12.4±2.4	−627.4±46.1	30.4±5.3
7	100 kV+10 mAs	9.2±1.9[a]	−635.9±39.3	39.6±7.3[a]
F 值		21.014	0.235	19.108
P 值		0.000	0.964	0.000

注:GGN.磨玻璃密度结节;CNR.对比噪声比;SD.噪声。[a]与方案 1 比较,t = 13.020、9.560、8.120、−5.720、−7.849、−5.192、−4.130、1.361,P<0.05

表 2　不同扫描方案人体模型磨玻璃密度结节的主观评分

Table 2　Subjective score for ground glass nodule of phantom in different schemes

方案	扫描参数	GGN 1	GGN 2	GGN 3	GGN 4	GGN 5	GGN 6
1	CareDose 4D+Care kV	3	4	4	4	4	4
2	120 kV+30 mAs	4	5	5	5	5	5
3	120 kV+20 mAs	4	4	5	5	5	5
4	120 kV+10 mAs	2	4	4	4	4	4
5	100 kV+30 mAs	4	4	4	5	5	5
6	100 kV+20 mAs	3	4	4	4	4	5
7	100 kV+10 mAs	2	3	4	4	4	4

注:GGN:磨玻璃密度结节。GGN 1~6 的最大径分别为 5、6、7、8、9、10 mm

表 3　不同扫描方案人体模型的辐射剂量

Table 3　Radiation dose to phantom in different scanning schemes

方案	扫描参数	$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy·cm)	*E* (mSv)
1	CareDose 4D+Care kV	0.75	21.3	0.30
2	120 kV+30 mAs	2.03	57.7	0.81
3	120 kV+20 mAs	1.36	38.7	0.54
4	120 kV+10 mAs	0.69	19.7	0.28
5	100 kV+30 mAs	1.22	34.8	0.49
6	100 kV+20 mAs	0.83	23.6	0.33
7	100 kV+10 mAs	0.42	12.0	0.17

注:$CTDI_{vol}$. 容积 CT 剂量指数;DLP. 剂量长度乘积;*E*. 有效剂量

讨　论

近年来,肺腺癌的发病率逐渐升高,已成为最常见的肺癌类型[6]。肺内磨玻璃密度结节与早期肺腺癌有一定的相关性[7]。肺癌如果能在早期阶段(尤其是Ⅰ期)手术切除,患者预后将明显改善,因此,积极规范地开展低剂量 CT 筛查早期肺癌意义重大,可明显降低患者病死率[8]。多项研究显示,采用低管电压或低管电流筛查早期肺癌可获得满意的图像质量,且不影响诊断[9-10],但尚缺少个性化的检查方案。因此,本研究主要探讨 CareDose 4D 联合 Care kV 在个性化低剂量 CT 筛查 GGN 中的应用价值。

自动管电流调制技术(CareDose 4D)可根据人体解剖部位厚度的变化智能调节管电流(mAs),从而获得各层相同的图像质量,但没有解决射线能量与体厚不匹配的问题。自动管电压(Care kV)调制技术可根据受检者定位像中前后径或左右径以及射线衰减特性,自动选择适合受检者的管电压值,可有效避免体厚过大射线能量穿透性不足,或体厚过小射线能量过大[11-12]。CareDose 4D 和 Care kV 相结合可一定程度上实现患者的个性化扫描。中华医学会专家共识推荐,有新一代迭代算法的 CT 设备可使用 100~120 kV、低于 30 mAs 作为低剂量 CT 筛查方案[13]。因此,本研究采用 CareDose 4D、Care kV 时,参考管电流、参考管电压分别设为 30 mAs、100 kV。

本文研究显示,在不同的低剂量扫描方案下,GGN 的平均 CT 值差异无统计学意义。方案 1 的 SD 高于方案 2、3、5,低于方案 7,而 CNR 低于方案 2、3、5,高于方案 7,差异均有统计学意义。这可能是因为方案 1 的扫描管电压(100 kV)低于方案 2、3,有效管电流(18 mAs)低于方案 5,高于方案 7。而方案 1 的 SD、CNR 与方案 4、6 差异均无统计学

意义。方案 1、2、3、5、6 各 GGN 的主观评分均≥3 分,方案 4、6 各有 1 个 GGN 的主观评分<3 分。赵飞等[14]研究显示采用双定位像结合 CareDose 4D 和 Care kV 行肺部 CT 扫描可获得诊断要求的图像质量,且有效降低受检者的辐射剂量。刘丹丹和牛延涛[12]研究显示不同扫描中心结合 CareDose 4D 和 Care kV 对 CT 扫描部位的辐射剂量有很大影响。这一定程度上说明 CareDose 4D+Care kV 技术在胸部 CT 扫描中具有一定的价值。本研究的优点在于探讨了 CareDose 4D+Care kV 技术在低剂量胸部 CT 扫描中对 GGN 图像质量的影响。

本研究还显示,采用CareDose 4D+Care kV 扫描时,设备自动选择的管电压为 100 kV,管电流范围为 10~27 mAs,有效管电流为 18 mAs,不同层面的管电流有所不同。采用方案 1 扫描时,尽管图像的客观图像质量低于方案 2、3、5、6,但 6 个 GGN 主观评分均≥3 分,完全满足临床诊断要求,而方案 1 的 $CTDI_{vol}$、DLP、*E* 均明显低于方案 2、3、5、6,其中,方案 1 的 *E* 较方案 2、3、5、6 分别降低了 63.0%、44.4%、38.8%、9.1%。尽管方案 1 的 $CTDI_{vol}$、DLP、*E* 均明显高于方案 4、7,但其图像质量要好于方案 4、7,此外,方案 4、7 各有 1 个 GGN 的主观评分<3 分。综合考虑,笔者认为采用 CareDose 4D 联合 Care kV 在低剂量 CT 筛查 GGN 时,可一定程度上实现个性化扫描,且明显降低辐射剂量。此外,本研究低剂量 CT 筛查方案中的 $CTDI_{vol}$、有效剂量较以往研究也得到了进一步降低[9-10]。

本研究的局限性在于:研究为体模研究,未验证 CareDose 4D 联合 Care kV 在临床低剂量 CT 检查中的应用;仅对最大径≥5 mm 的 GGN 进行分析,未对最大径<5 mm 的 GGN 和肺部实性结节进行研究;是否适用于其他类型的疾病尚不明确。

综上所述,采用 CareDose 4D+Care kV 筛查 GGN 时,可一定程度上实现个性化扫描,在保证 GGN 图像质量的同时,有效降低辐射剂量。

利益冲突　无

作者贡献声明　胡仕北负责构思、采集数据、论文撰写、对结果进行统计和分析;周鹏、何长久、青浩渺设计实验、指导论文的撰写和修改;张涛、彭育标、李德珊负责采集数据

参 考 文 献

[1] Park CJ, Kim KW, Lee HJ, et al. Contrast-enhanced ct with knowledge-based iterative model reconstruction for the evaluation of parotid gland tumors: a feasibility study[J]. Korean J Radiol, 2018, 19(5): 957-964. DOI: 10.3348/kjr.2018.19.5.957.

[2] Kaasalainen T, Mäkelä T, Kelaranta A, et al. The use of model-based iterative reconstruction to optimize chest CT examinations for diagnosing lung metastases in patients with sarcoma: a phantom study[J]. Acad Radiol, 2019, 26(1): 50-60. DOI: 10.1016/j.acra.2018.03.028.

[3] Kobayashi Y, Ambrogio C, Mitsudomi T, et al. Ground-glass nodules of the lung in never-smokers and smokers: clinical and genetic insights[J]. Transl Lung Cancer Res, 2018, 7(4): 487-497. DOI: 10.21037/tlcr.2018.07.04.

[4] Moon Y, Sung SW, Lee KY, et al. Pure ground-glass opacity on chest computed tomography: predictive factors for invasive adenocarcinoma[J]. J Thorac Dis, 2016, 8(7): 1561-1570. DOI: 10.21037/jtd.2016.06.34.

[5] Xu Y, He W, Chen H, et al. Effect of iterative reconstruction techniques on the volume measurement accuracy of pulmonary groundglass density nodule on low-dose CT[J]. Chin J Radiol, 2013, 47(10): 926-933. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2013.10.013.

[6] Torre LA, Bray F, Siegel RL, et al. Global cancer statistics[J]. CA Cancer J Clin, 2015, 65(2): 87-108. DOI: 10.3322/caac.21262.

[7] Aoki T, Hanamiya M, Uramoto H, et al. Adenocarcinomas with predominant ground-glass opacity: correlation of morphology and molecular biomarkers[J]. Radiology, 2012, 264(2): 590-596. DOI: 10.1148/radiol.12111337.

[8] 吴宁, 赵世俊. 积极规范地开展低剂量螺旋 CT 肺癌筛查[J]. 中华放射学杂志, 2015, 5(10): 321-322. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.05.001.
Wu N, Zhao SJ. Actively and standardized screening for low-dose spiral CT lung cancer[J]. Chin J Radiol, 2015, 5(10): 321-322. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.05.001.

[9] Ichikawa K, Kobayashi T, Sagawa M, et al. A phantom study investigating the relationship between ground-glass opacity visibility and physical detectability index in low-dose chest computed tomography[J]. J Appl Clin Med Phys, 2015, 16(4): 202-215. DOI: 10.1120/jacmp.v16i4.5001.

[10] 张迪,范丽,望云,等. 低剂量 CT 肺癌筛查中肺癌危险因素及高危模型的单中心研究[J].中华放射学杂志, 2018, 52(5): 369-373. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2018.05.009.
Zhang D, Fan L, Wang Y, et al. Lung cancer screening with low-dose CT: a study on risk factors and establishing the high-risk model for lung cancer[J]. Chin J Radiol, 2018, 52(5): 369-373. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2018.05.009.

[11] 何长久,胡仕北,许国辉,等. 自动管电流调制技术结合迭代重建算法在低剂量 CT 肺动脉成像中的应用[J].中华放射医学与防护杂志, 2016, 36(11): 857-861. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.11.012.
He CJ, Hu SB, Xu GH, et al. Application of automatic tube current modulation combined with iterative reconstruction in low-dose CT pulmonary angiography[J]. Chin J Radiol Med Prot,

2016, 36 (11): 857-861. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.11.012.

[12] 刘丹丹,牛延涛.不同扫描中心结合自动管电流调制技术和自动管电压调制技术在 CT 扫描中对辐射剂量影响的模体研究[J].中华放射医学与防护杂志,2018,38(8):621-625. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.08.012.
Liu DD, Niu YT. The phantom study on the influence of radiation dose in CT scanning with different scanning centers combined with the techniques of the ATCM and CARE kV[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2018, 38 (8): 621-625. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.08.012.

[13] 中华医学会放射学分会心胸学组.肺亚实性结节影像处理专家共识[J].中华放射学杂志,2015,49(4):254-258. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.04.005.
Cardiothoracic Group of Radiology Branch of Chinese Medical Association. Expert consensus on image processing of pulmonary subsolid nodules[J]. Chin J Radiol, 2015,49(5):328-335. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.04.005.

[14] 赵飞,李磊,蒲进,等.双定位像结合 Care Dose 4D 和 Care kV 技术在降低肺部 CT 辐射剂量的临床应用价值[J].中华放射医学与防护杂志,2017,37(5):389-392.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.05.014.
Zhao F, Li L, Pu J, et al. The clinical value of anteroposterior and lateral scout image combined with Care Dose 4D and Care kV in reducing radiation dose of chest CT scanning[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2017, 37 (5): 389-392. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.05.014.

(收稿日期: 2019-01-23)

· 消息 ·

中华医学会第十次全国放射医学与防护青年学术交流会通知(第一轮)

中华医学会第十次全国放射医学与防护青年学术交流会拟定于 2019 年 11 月上旬在浙江省温州市举办。会议由中华医学会、中华医学会放射医学与防护学分会主办,温州医科大学公共卫生与管理学院承办。届时将有来自全国放射医学与防护专业领域的众多代表汇聚一堂,交流本领域的最新研究进展和科研成果,同时还将邀请本领域的知名专家做特邀学术报告。本次会议旨在为中青年科技工作者提供学术交流的平台,达到相互交流、开拓思路、加强合作,促进学科发展与人才成长的目的。本次会议获批准为 2019 年国家级继续医学教育项目,项目编号 2019-12-07-105(国),会期两天,参加会议人员可获得国家级继续医学教育一类学分。会议有关事宜如下:

一、征稿范围:放射生物学、放射医学临床、低剂量辐射效应、辐射流行病学、辐射环境影响评价、放射毒理学、放射生态学、放射防护与辐射剂量学、医用辐射防护与质量控制、辐射防护法规标准和安全文化、ICRP 和 UNSCEAR 研究的新动向、核事故医学应急及其他相关学科等。

二、征文要求

1. 欢迎广大青年科技工作者踊跃向组委会投稿。投稿形式为提供参会论文的中文摘要,拟参加优秀论文评选的需提供中文摘要和全文。每篇摘要要求 800 字以内,摘要内容应包括:目的、方法、结果和结论等。请注明论文作者姓名、单位、邮政编码、邮箱地址和联系电话。本次会议征集未公开发表过的论文摘要,文责自负。

2. 投稿方式及参会回执为了便于汇编编辑和减少录入中的错误,请将论文摘要(和全文)与参会回执以 Word 文档的形式通过电子邮件附件的形式提交到会议邮箱:cmarmy10@126.com

3. 提交的论文摘要(论文)是否涉及保密和署名审查等内容,由作者及其所在单位负责。

4. 征稿截止日期:2019 年 8 月 15 日。

5. 会议联系人:侯长松 010-62389951,手机 13910039279; 张庆召 010-62389943,手机 15801354837
联系人单位:中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所

三、会议费:会议及资料费 1 000 元/人,在读研究生 800 元/人(凭有效研究生证)。

四、其他

1. 会议期间将安排本领域的知名专家做专题报告,还进行中华医学会放射医学与防护学分会青年委员会换届改选工作,请本领域广大青年科技工作者踊跃报名参加会议。

2. 本次学术交流会将进行优秀论文评选并颁发优秀论文证书,请拟参加优秀论文评选的作者,按照优秀论文评选要求,除提交中文论文摘要外,还需提交中文论文全文并到会做报告交流。拟参加优秀论文评选的人员限提交一篇参选论文。

3. 提交论文格式按照《中华放射医学与防护杂志》的撰写论文格式编写要求。

4. 请拟参加会议的人员于 2019 年 8 月 15 日前将参加会议回执发到会议邮箱,以便提前预订会议房间。

5. 会议酒店及会议其他事宜拟在 2019 年 8 月发出的第二轮通知中注明。

会议通知将同步在中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所网站上发布,请随时关注 http://www.nirp.cn 会议通知公告栏目。

(本刊编辑部)