

## 河南“4.26”<sup>60</sup>Co源辐射事故一例受照者患非霍奇金淋巴瘤的病因探讨

### Inquire into the etiology of non-Hodgkin lymphoma in a victim of Henan "4.26" <sup>60</sup>Co source radiation accident

Lu Zhijuan, Zhang Manman, Wang Wen, Jiao Ling, Zhao Fengling, Lyu Yumin, Jiang Enhai, Wang Jinhan

引用本文:

卢志娟, 张曼曼, 王雯, 等. 河南“4.26”<sup>60</sup>Co源辐射事故一例受照者患非霍奇金淋巴瘤的病因探讨[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2022, 46(9): 580–584. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381–202109012–00214

Lu Zhijuan, Zhang Manman, Wang Wen, et al. Inquire into the etiology of non-Hodgkin lymphoma in a victim of Henan "4.26" <sup>60</sup>Co source radiation accident[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2022, 46(9): 580–584. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381–202109012–00214

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202109012–00214>

#### 您可能感兴趣的其他文章

##### Articles you may be interested in

#### 河南“4.26”<sup>60</sup>Co辐射事故3例中、重度骨髓型急性放射病患者造血系统改变20年比较分析

A comparative analysis of hematopoietic system in three cases with moderate or severe bone marrow form of acute radiation sickness for 20 years after the “4.26” <sup>60</sup>Co radiation accident in Henan

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(7): 434–442 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202010035–00073>

#### 河南“4.26”<sup>60</sup>Co辐射事故中3例中、重度骨髓型急性放射病患者免疫系统变化的20年医学随访

A 20-year medical follow-up report on the changes in the immune systems of three patients with moderate or severe bone marrow form of acute radiation sickness in the “4.26” <sup>60</sup>Co radiation accident in Henan province

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(10): 636–641 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202006015–00084>

#### 原发性肺弥漫大B细胞淋巴瘤<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像一例

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT imaging of primary pulmonary diffuse large B-cell lymphoma: a case report

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(2): 186–188 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2018.02.016>

#### 3例中度骨髓型急性放射病患者受照后17年的医学随访观察

Medical follow up of three patients with moderate bone marrow form of acute radiation sickness seventeen years after the accident

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(2): 113–118 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2019.02.004>

#### 以肌无力为首发症状的肺内结外NK/T细胞淋巴瘤PET/CT显像一例

Primary pulmonary extranodal natural killer/T cell lymphoma with myasthenia as the initial sign: a case report of PET/CT imaging

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(2): 125–128 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2020.02.010>

#### PET/CT在结外NK/T细胞淋巴瘤诊治中的应用进展

Application progress of PET/CT in the diagnosis and treatments of extranodal natural killer/T-cell lymphoma

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(12): 789–794 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202012013–00111>

## · 病例报告 ·

河南“4.26”<sup>60</sup>Co 源辐射事故一例受照者患非霍奇金淋巴瘤的病因探讨卢志娟<sup>1</sup> 张曼曼<sup>1</sup> 王雯<sup>2</sup> 焦玲<sup>1</sup> 赵凤玲<sup>3</sup> 吕玉民<sup>4</sup> 姜恩海<sup>1</sup> 王津晗<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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, 天津 300192; <sup>2</sup>中国医学科学院血液学研究所血液病医院, 淋巴瘤诊疗中心, 天津 300200; <sup>3</sup>河南省职业病防治研究院职业病科, 郑州 450052; <sup>4</sup>河南省职业病防治研究院毒理研究室, 郑州 450052

通信作者: 王津晗, Email: wangjinhan@irm-cams.ac.cn

**【摘要】** 关于电离辐射是否可诱发非霍奇金淋巴瘤(NHL), 目前的研究结果尚未获得一致结论。笔者报道了河南“4.26”<sup>60</sup>Co 源辐射事故中 1 例中度骨髓型急性放射病患者受照后第 13 年患 NHL 的病例, 结合患者的受照史、病史特点、诊断及国际多项大型研究, 从流行病学资料 and 影响因素两方面分析了患者“天”患非霍奇金淋巴瘤与电离辐射的关系, 为电离辐射致 NHL 提供辐射流行病学依据。

基金项目: 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2021-I2M-1-042)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202109012-00214

**Inquire into the etiology of non-Hodgkin lymphoma in a victim of Henan "4.26" <sup>60</sup>Co source radiation accident**Lu Zhijuan<sup>1</sup>, Zhang Manman<sup>1</sup>, Wang Wen<sup>2</sup>, Jiao Ling<sup>1</sup>, Zhao Fengling<sup>3</sup>, Lyu Yumin<sup>4</sup>, Jiang Enhai<sup>1</sup>, Wang Jinhan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tianjin Key Laboratory of Radiation Medicine and Molecular Nuclear Medicine, Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Tianjing 300192, China; <sup>2</sup>Lymphoma Center, Hospital of Hematology, Institute of Hematology, Chinese Academy of Medical Sciences, Tianjing 300200, China; <sup>3</sup>Occupational Medicine, Henan Institute for Occupational Health, Zhengzhou 450052, China; <sup>4</sup>Toxicology Laboratory, Henan Institute for Occupational Health, Zhengzhou 450052, China  
Corresponding author: Wang Jinhan, Email: wangjinhan@irm-cams.ac.cn

**【Abstract】** As for whether ionizing radiation can induce non-Hodgkin lymphoma (NHL), the current study results have not yet reached a consensus conclusion. The authors reported a case of NHL, who was diagnosed with moderate bone marrow form of acute radiation sickness in Henan "4.26" <sup>60</sup>Co source radiation accident and suffered from NHL 13 years after exposure. And analyzed from two aspects of epidemiological data and influence factors in combined with the patient's exposure history, characteristics of medical history, diagnosis and many international large-scale studies to provide radiation epidemiology for NHL caused by ionizing radiation.

Fund program: CAMS Innovation Fund for Medical Science (2021-I2M-1-042)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202109012-00214

辐射致癌效应是电离辐射远期效应中对受照者健康危害最严重的效应。辐射流行病学研究提供了辐射致癌的主要证据, 其中大部分研究基于日本原子弹爆炸的幸存者, 也有部分基于工业和医疗辐射工作者和接受放疗的肿瘤患

者。这些研究结果表明, 中剂量至高剂量的电离辐射会增加人体多数器官的患癌风险<sup>[1]</sup>。其中, 对于甲状腺癌、乳腺癌、肺癌和白血病的风险评估已非常精确, 且在相对较低的照射剂量(<0.2 Gy)下发现了相关性; 辐射与涎腺癌、胃

癌、结肠癌、膀胱癌、卵巢癌、中枢神经系统肿瘤和皮肤癌之间的关系也有报道<sup>[1]</sup>。而电离辐射是否可诱发非霍奇金淋巴瘤(non-Hodgkin lymphoma, NHL), 目前的研究结果尚未取得一致结论。本研究通过对河南“4.26”<sup>60</sup>Co源辐射事故中1例中度骨髓型急性放射病患者受照后第13年患NHL的病因进行探讨, 为电离辐射致NHL提供辐射流行病学依据。

## 1 患者资料

患者“天”, 1999年4月26日在河南省封丘县一起非法倒卖<sup>60</sup>Co治疗机和放射源的辐射事故中受照, 受照时年龄37岁, 受照后诊断为中度骨髓型急性放射病, 事故详情见文献[2]。患者“天”的个人资料、受照剂量估算和最终临床诊断见表1<sup>[2-4]</sup>。参照国家相关标准<sup>[5]</sup>, 卫生部核事故医学应急中心第一临床部于患者受照后半年开始对其进行系统的医学随访。

患者“天”确诊慢性乙型病毒性肝炎23年; 1999年有射线误照射史; 有输血史; 否认有肿瘤及其他家族性遗传性疾病史。患者于2012年6月出现无明显诱因的间断性上腹部隐痛, 伴恶心、呕吐, 呕吐物为胃内容物, 含咖啡色液体, 2~3次/d, 非喷射性, 无头痛、发热, 无腹胀、腹泻、便血, 无黑便。2012年6月, 患者于当地医院行胃镜和下腹部、盆腔CT检查。胃镜检查结果诊断为胃NHL(弥漫大B型); CT检查结果示胰尾旁、脾肾间隙高密度影, 左侧肾前筋膜增厚, 腹膜后高密度影, 盆腔未见明显肿大淋巴结。免疫组织化学检查结果: CD79a(+), 人类B细胞淋巴瘤因子6(BCL6, +), 多发性骨髓瘤基因1(MUM1, 少量+), CD5(-), CD3(-), CK(-), CD10(-), CyclinD1(-), CD21(-)。组织病理学检查结果诊断为胃黏膜非特指弥漫大B细胞淋巴瘤。结合影像学和组织病理学检查结果, 患者“天”确诊为IV期胃黏膜非特指弥漫大B细胞淋巴瘤。

患者“天”确诊后, 累计进行了连续24个周期(共计3个方案)的全身静脉化疗, 末次化疗时间为2014年2月, 未行放疗。患者化疗期间出现IV度骨髓抑制, 给予造血刺激因子和利可君片、地榆升白片等药物治疗后情况改善。其后每年定期复查, 患者病情稳定, 肿瘤无复发转移征象。目前一般情况良好。

## 2 讨论

电离辐射与NHL的关系目前尚无定论, 其可能的原因包括NHL肿瘤细胞生物学特性的高度异质性, 感染及免疫

抑制的复合作用以及辐射与其他危险因素之间的潜在相互作用等, 由于影响因素较复杂, NHL是辐射流行病学领域研究难度较大的恶性肿瘤。

### 2.1 流行病学资料

#### 2.1.1 急性照射

Nishiyama等<sup>[6]</sup>研究报道, 基于1965年的剂量估算结果(T65D), 1945年至1965年日本广岛地区暴露于1 Gy(100 rad)及以上剂量的原子弹爆炸幸存者患淋巴瘤的危险较暴露于<0.01 Gy(1 rad)的相似个体增加; 将期间患病率标准化后, 相较于后者, 前者患恶性淋巴瘤的相对危险(relative risk, RR)为8.0, 男性和女性均出现显著的超额危险, 男性期间患病率的差异有统计学意义。但该研究没有对NHL进行单独分析。Preston等<sup>[7]</sup>分析了1950年末至1987年末广岛原子弹爆炸幸存者寿命研究队列(LSS)成员淋巴瘤的发病率, 这是关于该队列淋巴瘤(第一原发性肿瘤)发病率的首次报道。86 293名队列成员中, DS86 kerma估计值在0~4 Gy的NHL患者共170例, 分析发现, 男性有明显的超额危险( $P=0.03$ )。2013年, Hsu等<sup>[8]</sup>对1950至2001年广岛原子弹爆炸幸存者淋巴瘤(第一原发性肿瘤)的发病率进行了研究, 其较Preston等<sup>[7]</sup>的研究增加了14年的随访结果, 研究共纳入402例符合条件的NHL患者, 结果表明, 男性的超额相对危险(excess relative risk, ERR)和超额绝对危险(excess absolute risk, EAR)均有增加, 其ERR/Gy为0.46(95%CI: -0.08~1.29,  $P=0.11$ ), EAR为0.54(95%CI: 0.09~1.32,  $P=0.003$ )。EAR不随到达年龄( $P=0.30$ )、辐射暴露后的时间( $P=0.46$ )或辐射暴露时的年龄( $P=0.15$ )而变化。上述研究结果表明, 急性照射增加了男性患NHL的危险。

#### 2.1.2 迁延照射

Gluzman等<sup>[9]</sup>以基辅市1 942名30岁以上的居民为对照组, 研究切尔诺贝利核事故后10~18年乌克兰切尔诺贝利核事故清理工人患白血病和淋巴瘤的情况, 清理工人组确诊为B细胞NHL的患者共24例, 其受照剂量为0.075~0.250 Gy。清理工人组患NHL的队列成员比例略高于对照组, NHL的发病率有增加的趋势。Kesminiene等<sup>[10]</sup>对来自白俄罗斯、俄罗斯和波罗的海国家的切尔诺贝利核事故清理工人进行了血液系统恶性肿瘤的病例-对照研究, 以评估低剂量至中剂量长期辐射暴露对血液系统恶性肿瘤相对危险的影响。对20例NHL患者和80名对照组居民的研究结果表明, 切尔诺贝利核事故清理工人组患NHL的ERR显著增加, 为2.81/100 mGy(90%CI: 0.09~24.30)。Gluzman等<sup>[11]</sup>发现, 切尔诺贝利核事故清理工人患B细胞来源的NHL

表1 患者“天”1999年<sup>60</sup>Co受照剂量估算结果及临床诊断

Table 1 <sup>60</sup>Co radiation dose estimation results and clinical diagnosis of patient "Tian" in 1999

患者	性别	年龄(岁)	物理剂量(Gy)	生物剂量(Gy)	全身平均剂量(Gy)	红骨髓计权 平均剂量(Gy)	造血干细胞活存 计权等效剂量(Gy)	临床诊断
“天”	男	37	2.60	2.61	2.40	2.30	2.30	中度骨髓型急性放射病



的百分比高于一般人群。上述研究结果表明,在迁延照射下,NHL的患病危险亦增加,且倾向于表现为B细胞来源的NHL患病危险增加。

### 2.1.3 慢性照射

英国和美国的两项大型流行病学调查为慢性照射增加NHL的发生风险提供了证据。英国国家辐射工作者登记处(NRRW)是提供长期低剂量外照射对健康影响信息最重要的来源之一,其包含一个庞大的职业群体,其中最早的队列成员已经被随访60多年。更新的英国国家辐射工作者登记处(NRRW-3)队列对与外照射相关的癌症发病率和病死率、非癌症病死率进行了评估。这项队列研究包括172452名工人,其中90%为男性,从1955年至2011年底,共随访525万人年。队列共登记824例淋巴瘤患者,其中NHL 711例,几乎所有淋巴瘤(95%)患者均为男性。在整个队列中,大多数工人受到的辐射剂量相对较低,约2/3的工人终生剂量小于10 mSv,6%的工人终生剂量超过100 mSv。该队列研究结果表明,辐射剂量与NHL的发病率有显著的相关性,在全剂量范围内,线性模型的单位剂量超额相对危险(excess relative risk per Sv, ERR/Sv)为1.11(95%CI: 0.02~2.60,  $P=0.045$ ),纯二次模型的ERR/Sv为2.44(95%CI: 0.22~5.82,  $P=0.026$ )<sup>[12]</sup>。此外,De González等<sup>[13]</sup>对美国1916年至2006年从医学院毕业的43763名放射科医师(20%为女性)和64990名精神科医师(对照组,27%为女性)进行队列研究,随访期间(1979年至2008年),4260名男性放射科医师和7815名男性精神科医师死亡,男性放射科医师的总死亡率低于精神科医师,两者的癌症病死率相似。研究者进一步分析发现,1940年前毕业的放射科医师的NHL病死率增加,其RR为2.69(95%CI: 1.33~5.45),他们认为NHL死亡危险的增加可能是由于电离辐射导致。

上述研究的人群基数均较大,代表性强,结论可信度高,无论是急性照射、迁延照射、还是慢性照射,研究结果均支持电离辐射可诱发NHL的结论;急性照射研究的结果表明男性患NHL的危险增加。本研究中,患者“天”为男性,在事故中受到急性照射,受照后第13年确诊为NHL,不能排除其所患肿瘤与电离辐射无关。患者“天”的全身平均受照剂量为2.4 Gy,红骨髓加权平均剂量为2.3 Gy,受照剂量较大,虽然目前关于电离辐射相关NHL的发生是否存在剂量阈值,剂量效应关系如何以及不同照射模式下的患癌危险是否存在差异并没有一致的结论,但现有证据仍倾向于辐射暴露与淋巴瘤患病危险之间存在剂量依赖性正相关,与霍奇金淋巴瘤相比,这种关联似乎在男性NHL中更强<sup>[14]</sup>。

## 2.2 影响因素研究

### 2.2.1 $\gamma$ 射线与NHL

本研究中,患者“天”受照的射线为 $\gamma$ 射线。以下研究结果表明, $\gamma$ 射线外照射可以增加NHL的发病率和死亡的危险。

Zablotska等<sup>[15]</sup>分析了Eldorado队列(共17660名工人,91.9%为男性,1932年至1980年首次就业)成员的白血病、淋巴瘤和多发性骨髓瘤的发病率(1969年至1999年)和病死率(1950年至1999年)。队列成员分别来自Beaverlodge和Port Radium两个铀矿区、Port Hope 镭矿和铀矿加工厂、以及其他场所(包括航空、研发和勘探等),队列成员全身平均累积剂量为52.2 mSv。在研究Eldorado男性病死率的队列中(共16236人,其中Beaverlodge矿区9498人、Port Radium矿区3047人、Port Hope 加工厂2652人、其他场所1039人),101例队列成员因血液系统恶性肿瘤死亡,其中NHL患者42例;在研究Eldorado男性发病率的队列中(共计15366人,其中Beaverlodge矿区9231人、Port Radium矿区2687人、Port Hope 加工厂2416人、其他场所1032人),160例队列成员确诊为血液系统恶性肿瘤,其中NHL患者78例。在 $\gamma$ 射线的剂量分析中,NHL患者病死率的ERR/Sv为3.54(95%CI: <0~29.5,  $P=0.593$ )。Zablotska等<sup>[15]</sup>认为,虽然 $\gamma$ 射线的剂量与NHL患者的病死率之间无显著相关性,但仍有迹象表明,随着 $\gamma$ 射线剂量的增加,受照患者NHL的病死率增加。在来自Port Radium矿区的队列成员中,与 $\gamma$ 射线剂量相关的NHL发病率的ERR/Sv为2.19(95%CI: <0~27.6,  $P>0.50$ );与<15 mSv相比, $\gamma$ 射线剂量在15~49 mSv(RR=1.35, 95%CI: 0.46~3.98)和 $\geq 50$  mSv(RR=1.53, 95%CI: 0.47~5.00)时,NHL的发病危险随 $\gamma$ 射线剂量的增加而增加。

### 2.2.2 乙肝与NHL

先天性或获得性免疫功能失调是NHL患病的相关因素,许多研究结果表明,艾滋病病毒(HIV)感染者和器官移植者患NHL的风险增加<sup>[16-17]</sup>。Engels等<sup>[18]</sup>对1992至1995年登记的603585名韩国工人及其家属进行了队列研究,基线检查时,有53045名(8.8%)队列成员的乙型肝炎表面抗原(hepatitis B surface antigen, HBsAg)呈阳性。其后,133名HBsAg阳性者和905名HBsAg阴性者被诊断为NHL。HBsAg阳性成员发生NHL的危险总体增加,发病率为 $19.4/10^4$ 人年对 $12.3/10^4$ 人年;校正危险比(HR)为1.74(95%CI: 1.45~2.09)。在NHL亚型中,HBsAg阳性成员发生弥漫大B细胞淋巴瘤的危险显著提高( $n=325$ 例,HR=2.01, 95%CI: 1.48~2.75)。这表明HBsAg阳性者患NHL的危险增加,且更倾向于患弥漫大B细胞淋巴瘤。患者“天”无艾滋病病毒(HIV)感染史,无器官移植史,有慢性乙型肝炎病毒性肝炎病史,因此,不排除患者“天”患弥漫大B细胞淋巴瘤与乙型肝炎病毒感染有关。

### 2.2.3 输血与NHL

此外,有研究者提出异基因输血可以增加患NHL的危险。Cerhan等<sup>[19]</sup>自1986年采用邮寄调查问卷的方式对美国爱荷华州37934名老年妇女的输血史与NHL亚型和慢性淋巴细胞白血病(CLL)的关系进行了研究。截至1997年,队列中确诊NHL患者229例,有输血史的妇女患NHL的危险增加,年龄调整RR=1.6(95%CI: 1.2~2.1),进一步

的分型结果表明, 输血与低度 NHL 的发生危险呈正相关,  $RR=2.7$  (95%  $CI$ : 1.7~4.5), 输血与滤泡淋巴瘤 ( $RR=2.8$ , 95%  $CI$ : 1.6~5.1) 和小淋巴细胞淋巴瘤 ( $RR=3.4$ , 95%  $CI$ : 1.5~7.9) 的发生危险呈正相关, 而与弥漫型 NHL ( $RR=1.0$ , 95%  $CI$ : 0.7~1.5) 无相关性。患者“天”有输血史, 根据其所属 NHL 为弥漫大 B 细胞型, 考虑输血未增加其患病危险。

电离辐射可导致恶性肿瘤, 但电离辐射与淋巴瘤, 尤其是 NHL 之间的关系非常复杂, 且有很大的不确定性, 某些淋巴瘤亚型患病危险的增加可能被淋巴瘤广泛的分类方案所掩盖, 或被免疫抑制和感染所影响<sup>[4]</sup>。目前, 国内尚无辐射事故的受照者患 NHL 的相关报道。鉴于 NHL 不属于可进行病因概率计算的恶性肿瘤<sup>[20]</sup>, 因此通过总结患者特点, 结合多项极具代表性的大型研究的结果, 我们认为急性照射、迁延照射和慢性照射均可诱发 NHL, 相较于女性, 急性照射下男性患 NHL 的危险更大。 $\gamma$  射线外照射增加了 NHL 患病和死亡的危险; HBsAg 阳性个体患 NHL 的危险增加, 弥漫大 B 细胞淋巴瘤与 HBsAg 阳性显著相关。综上所述, 患者“天”患弥漫大 B 细胞淋巴瘤为多因素共同作用的结果, 其中辐射事故中受到较大剂量  $\gamma$  射线外照射和感染乙型肝炎病毒可能是其主要诱因。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 卢志娟负责医学随访的开展、随访资料的分析、论文的撰写与最终版本的修订; 张曼曼负责患者随访资料的收集与整理; 王雯、焦玲、吕玉民负责随访的开展; 赵凤玲、姜恩海负责随访方案的制定; 王津哈负责随访工作的指导、论文撰写的指导与论文的审阅

## 参 考 文 献

- [1] Ron E. Ionizing radiation and cancer risk: evidence from epidemiology[J]. *Radiat Res*, 1998, 150(5 Suppl): S30-41. DOI: 10.2307/3579806.
- [2] 姚仲甫, 卢国甫, 张钦富, 等. 河南“4.26”<sup>60</sup>Co 源辐射事故的经过和早期物理剂量估算[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2001, 21(3): 163-164. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2001.03.007. Yao ZF, Lu GF, Zhang QF, et al. Course and early physical dose estimation of "4.26" <sup>60</sup>Co source radiation accident in Henan province[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2001, 21(3): 163-164. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2001.03.007.
- [3] 卢志娟, 李旭光, 郝建秀, 等. 河南“4.26”<sup>60</sup>Co 辐射事故 3 例中、重度骨髓型急性放射病患者造血系统改变 20 年比较分析[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2021, 45(7): 434-442. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202010035-00073. Lu ZJ, Li XG, Hao JX, et al. A comparative analysis of hematopoietic system in three cases with moderate or severe bone marrow form of acute radiation sickness for 20 years after the "4.26" <sup>60</sup>Co radiation accident in Henan[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2021, 45(7): 434-442. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202010035-00073.
- [4] 贾德林, 苑淑渝, 戴光复, 等. 河南“4.26”<sup>60</sup>Co 源辐射事故受照人员剂量的模拟测量和估算[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2001, 21(3): 150-152. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2001.03.002. Jia DL, Yuan SY, Dai GF, et al. Simulating measurement and dose estimation for exposed persons in "4.26" <sup>60</sup>Co radiation source accident in Henan province[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2001, 21(3): 150-152. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2001.03.002.
- [5] 国家卫生和计划生育委员会. GBZ/T 163-2017 职业性外照射急性放射病的远期效应医学随访规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017. National Health and Family Planning Commission. GBZ/T 163-2017 Occupational medical follow up specifications for late effect of acute radiation syndrome after external exposure[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [6] Nishiyama H, Anderson RE, Ishimaru T, et al. The incidence of malignant lymphoma and multiple myeloma in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors, 1945-1965[J]. *Cancer*, 1973, 32(6): 1301-1309. DOI: 10.1002/1097-0142(197312)32:6<1301::AID-CNCR2820320602>3.0.CO;2-Z.
- [7] Preston DL, Kusumi S, Tomonaga M, et al. Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III: Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987[J]. *Radiat Res*, 1994, 137(2 Suppl): S68-97. DOI: 10.2307/3578893.
- [8] Hsu WL, Preston DL, Soda M, et al. The incidence of leukemia, lymphoma and multiple myeloma among atomic bomb survivors: 1950-2001[J]. *Radiat Res*, 2013, 179(3): 361-382. DOI: 10.1667/RR2892.1.
- [9] Gluzman D, Imamura N, Sklyarenko L, et al. Malignant diseases of hematopoietic and lymphoid tissues in Chernobyl clean-up workers[J/OL]. *Hematol J*, 2005, 5(7): 565-571[2021-09-23]. DOI: 10.1038/sj.thj.6200568.
- [10] Kesminiene A, Evrard AS, Ivanov VK, et al. Risk of hematological malignancies among Chernobyl liquidators[J]. *Radiat Res*, 2008, 170(6): 721-735. DOI: 10.1667/RR1231.1.
- [11] Gluzman D, Imamura N, Sklyarenko L, et al. Patterns of hematological malignancies in Chernobyl clean-up workers (1996-2005)[J/OL]. *Exp Oncol*, 2006, 28(1): 60-63[2021-09-23]. <https://exp-oncology.com.ua/article/667/patterns-of-hematological-malignancies-in-nb-sp-chernobyl-clean-up-workers-1996-2005>.
- [12] Hunter N, Haylock R. Radiation risks of lymphoma and multiple myeloma incidence in the updated NRRW-3 cohort in the UK: 1955-2011[J]. *J Radiol Prot*, 2022, 42(1): 011517. DOI: 10.1088/1361-6498/abee96.
- [13] De González AB, Ntowe E, Kitahara CM, et al. Long-term mortality in 43 763 U.S. radiologists compared with 64 990 U. S.

- psychiatrists[J]. *Radiology*, 2016, 281(3): 847–857. DOI: 10.1148/radiol.2016152472.
- [14] Harbron RW, Pasqual E. Ionising radiation as a risk factor for lymphoma: a review[J]. *J Radiol Prot*, 2020, 40(4): R151–R185. DOI: 10.1088/1361-6498/abbe37.
- [15] Zablotska LB, Lane RSD, Frost SE, et al. Leukemia, lymphoma and multiple myeloma mortality (1950–1999) and incidence (1969–1999) in the Eldorado uranium workers cohort[J]. *Environ Res*, 2014, 130: 43–50. DOI: 10.1016/j.envres.2014.01.002.
- [16] Hernández-Ramírez RU, Qin L, Lin HQ, et al. Association of immunosuppression and HIV viraemia with non-Hodgkin lymphoma risk overall and by subtype in people living with HIV in Canada and the USA: a multicentre cohort study[J]. *Lancet HIV*, 2019, 6(4): e240–e249. DOI: 10.1016/S2352-3018(18)30360-6.
- [17] 阮长耿, 沈志祥, 黄晓军. 血液病学 [M]. 北京: 中华医学电子音像出版社, 2016.
- Ruan CG, Shen ZX, Huang XJ. Hematology[M]. Beijing: China Medical Electronic Audio and Video Publishing House, 2016.
- [18] Engels EA, Cho ER, Jee SH. Hepatitis B virus infection and risk of non-Hodgkin lymphoma in South Korea: a cohort study[J]. *Lancet Oncol*, 2010, 11(9): 827–834. DOI: 10.1016/S1470-2045(10)70167-4.
- [19] Cerhan JR, Wallace RB, Dick F, et al. Blood transfusions and risk of non-Hodgkin's lymphoma subtypes and chronic lymphocytic leukemia[J]. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2001, 10(4): 361–368. DOI: 10.1016/S0887-7963(02)80019-0.
- [20] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 97-2017 职业性放射性肿瘤判断规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. GBZ 97-2017 Judgment standard of occupational radiogenic neoplasms[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.

(收稿日期: 2021-09-24)

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

### 论文作者署名和工作单位的基本要求

1. 直接参与选题、设计、研究、观察、资料分析与解释或撰写文稿关键内容, 能对文稿内容负责, 并同意文稿发表者, 才可作为作者署名。仅参与获得资金或收集资料者不能列为作者, 仅对科研课题或临床科室进行一般管理者也不宜列为作者。来稿决定刊用后, 应请全体作者在《中华医学会系列杂志论文授权书》上逐一签名, 将论文专有使用权授予中华医学会。

2. 作者姓名的排序不分院所、科室, 统一按对本文贡献大小的顺序排列在题名之下。作者排序应由全体作者讨论后在投稿前确定, 投稿后一般不得改动。

3. 作者单位名称应使用全称, 并具体到科室, 包括所在省、自治区、城市名(省会城市可以略去省名)和邮政编码。凡以“中国人民解放军”开头的单位名称, “中国人民”字样可以省略(例如: 解放军第二五二医院内科); 军区总医院和军医大学名称可以进一步省略“解放军”字样(例如: 北京军区总医院, 第三军医大学)。省会及名城(如大连、鞍山、大庆、齐齐哈尔、锦州、唐山、保定、包头、大同、青岛、开封、洛阳、徐州、延安、宁波、苏州、厦门、瑞金、深圳、桂林等)的医院和所有医学院校均不加省名。省、自治区等行政区划名要写全称。例如: “山东省某县”、“内蒙古自治区某旗”, 不要写“山东某县”、“内蒙古某旗”。

4. 与国外人员共同研究完成的论文, 应共同署名, 并在文内注明研究进行及完成的单位名称。外国作者姓名及单位应标注原文。

5. 英文摘要中我国作者的姓名用汉语拼音字母标注。汉族作者姓名姓在前, 复姓连写, 全部大写; 名在后, 首字母大写; 名不缩写, 姓与名之间空一格。对于复姓或双名的汉语拼音音节界限易混淆者, 应加隔音号“'”。少数民族作者姓名按照民族习俗, 用汉语拼音字母音译转写, 分连次序依民族习惯。我国香港、澳门、台湾地区作者姓名的书写方式应尊重其传统习惯。外国作者的姓名写法遵从国际惯例。英文摘要中的作者单位著录应与中文一致, 并应在邮政编码后加注国名。

6. 署名作者在 2 人以上(含 2 人)及以集体作者署名时, 应标注通信作者(Corresponding author)和 Email。集体作者成员姓名可标注于文末与参考文献之间。

本刊编辑部