中华放射医学与防护杂志
Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection

2015—2019年三门核电站周围居民死因监测结果分析

曹艺耀， 祁先群， 俞顺飞， 宣志强， 赵尧贤， 赖忠俊， 王子友， 郑涛涛， 王鹏， 任鸿

引用本文:
曹艺耀, 祁先群, 俞顺飞, 等. 2015—2019年三门核电站周围居民死因监测结果分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2021, 41(8): 622-625.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.08.010

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

三门核电站周围环境2015—2019年辐射水平调查结果与分析

Investigation and analysis of radiation levels in the environment around Sanmen Nuclear Power Plant from 2015 to 2019

中华放射医学与防护杂志. 2020, 40(12): 951-955 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.12.010

2015—2019年三门核电站周围近海海水与三类海产品中^{90}Sr放射性水平调查及人群剂量评估

Investigation on ^{90}Sr level in offshore seawater and seafood therein around Sanmen nuclear power plant site and assessment of committed effective dose from 2015 to 2019

中华放射医学与防护杂志. 2021, 41(4): 288-292 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.04.009

全国首台AP1000核电机组安装后周围生活饮用水及食品中^{90}Sr和^{137}Cs放射性水平调查

Investigation on levels of ^{90}Sr and ^{137}Cs in drinking water and food after installation of the first AP1000 nuclear power unit in China

中华放射医学与防护杂志. 2021, 41(6): 456-460 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.06.010

某拟建核电站周围居民对核辐射认知的调查

A survey on the public's radiation perception in the region surrounding a proposed nuclear power plant

中华放射医学与防护杂志. 2015, 35(11): 844-850 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.11.011

国内外核电站周围相关健康调查现状

@@

中华放射医学与防护杂志. 2015, 35(6): 468-470,478 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.06.016

· 放射卫生 ·

2015—2019 年三门核电站周围居民死因监测结果分析

曹艺耀[1] 祁先群[2] 俞顺飞[1] 宣志强[1] 赵尧贤[1] 赖忠俊[1] 王子友[3]
郑涛涛[3] 王鹏[1] 任鸿[1]
[1]浙江省疾病预防控制中心职业健康与辐射防护所，杭州 310051；[2] 三门县爱国卫生运动委员会办公室，三门 317100；[3] 三门县疾病预防控制中心环境医学卫生科，三门 317100
通信作者：任鸿，Email：hren@cdc.zj.cn

【摘要】 **目的** 调查 2015—2019 年三门核电站周围人群死因资料和辐射相关肿瘤情况。**方法** 2015—2019 年，连续开展三门县人群死因调查，统计分析居民死亡率、死因排序前 10 位疾病以及辐射相关肿瘤死亡情况。**结果** 三门县居民近 5 年平均死亡率为 575.87/10 万，低于全国水平，与浙江省死亡率相近；前 10 位死因未变，占当年死亡总数的 95.79%以上，前 3 位死因为恶性肿瘤、脑血管疾病病和呼吸系统疾病。2015—2019 年恶性肿瘤死亡率为 159.23/10 万～191.51/10 万，死亡率呈逐年上升趋势，差异具有统计学意义（$\chi^2=15.889$，$P<0.05$）；辐射相关肿瘤中白血病与甲状腺癌死亡率分别为 3.86/10 万～6.78/10 万和 0～0.89/10 万，各年相比差异无统计学意义（$P>0.05$）。**结论** 2015—2019 年三门县居民死因及辐射相关肿瘤死亡情况正常、稳定，需持续监测核电站运行对当地居民的健康影响。

【关键词】 三门核电站； 死亡率； 死因监测； 辐射相关肿瘤； 健康影响
基金项目：浙江省基础公益研究计划项目（LGC21H260001）；浙江省卫生健康科技计划项目（2021KY613）
DOI：10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.08.010

Analysis of monitored results of death cause in residents around Sanmen nuclear power plant from 2015 to 2019

Cao Yiyao[1], *Qi Xianqun*[2], *Yu Shunfei*[1], *Xuan Zhiqiang*[1], *Zhao Yaoxian*[1], *Lai Zhongjun*[1], *Wang Ziyou*[3], *Zheng Taotao*[3], *Wang Peng*[1], *Ren Hong*[1]
[1]*Department of Occupational Health and Radiation Protection, Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou 310051, China*; [2]*Sanmen County Committee of Patriotic Health Movement, Sanmen 317100, China*; [3]*Department of Environmental Medicine and Health, Sanmen County Center for Disease Control and Prevention, Sanmen 317100, China*
Corresponding author: Ren Hong, Email: hren@cdc.zj.cn

【Abstract】 **Objective** To investigate the data on death cause of residents around Sanmen nuclear power plant from 2015 to 2019. **Methods** The data on death cause of residents in Sanmen county from 2015 to 2019 were collected, and the top 10 diseases in death causes ranking and radiation-related malignant tumors were analyzed. **Results** The average mortality rate of residents in Sanmen county was 575.87 per 100 000 population from 2015 to 2019, lower than the national level and close to that in Zhejiang Province. The top 10 death causes remain unchanged, higher than 95.79% of total deaths. The mortality rate of malignant tumor increased from 159.23 per 100 000 population in 2015 to 191.51 per 100 000 population in 2019 ($\chi^2=15.889$, $P<0.05$). There was no significant difference in the proportion of mortality from radiation-related tumor (leukemia and thyroid cancer) in Sanmen county in recent 5 years ($P>0.05$). **Conclusions** From 2015 to 2019, the death rates of residents in Sanmen county were relatively stable. The effects of the operation of the nuclear power plant on the health of the local residents need to be continuously monitored.

【Key words】 Sanmen Nuclear Power Plant; Mortality; Causes of death monitoring; Radiation-related tumor; Health effect
Fund programs: Zhejiang Provincial Foundation Public Welfare Research Project

(LGC21H260001); Zhejiang Provincial Health Science and Technology Plan (2021KY613)
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.08.010

随着经济发展、科技进步，提高清洁能源比重，加快核电等新能源的开发建设已成为发展的必然趋势[1]。正常运行过程中，核电站会向周围环境排放极微量的放射性核素，可能会影响周围居民健康[2-3]。三门核电基地位于浙江省三门县，2004 年 7 月开工建设，2018 年运行发电。为了解 2015 年以来三门核电站周围居民死因资料及肿瘤的发病、死亡情况，掌握三门核电站周围人群死因基本情况，本研究开展了 5 年的追踪调查分析，为今后开展长期动态监测积累数据。

资料与方法

1. 调查对象：选择 2015—2019 年三门县常住居民作为调查对象，并监测其死因。常住居民指过去 12 个月内在三门县居住时间累计超过 6 个月的居民。

2. 调查方法

（1）人口资料调查：2015—2019 年，每年通过三门县公安局信息系统收集全县常住人口基本信息。

（2）死亡资料调查：依据 WS/T 440-2014《核电站周围居民健康调查规范》[4]，在 2015—2019 年期间，通过乡镇（街道）派出所、村（居委会）或殡仪馆调查并核实死亡人员信息，从各有关医院及业务部门转录本县户籍外地死亡人员信息，与妇幼保健机构核对辖区内新生儿死亡信息。收集得到的死亡人员数据与已上报的《居民死亡医学证明书》或报告卡名单核对，发现未报者则入户调查。

3. 调查内容：居民死因监测调查主要收集居民的基本情况（包括姓名、性别、年龄、民族、职业、户口、婚姻、文化程度、工作单位、出生、死亡日期、死亡地点等）、与死亡有关的疾病或损伤诊断、死者生前病史（包括主要疾病诊断、诊断机构、诊断依据等）。

4. 质量控制措施：对监测人员经过统一培训和考核；要求各医疗单位每月开展自查，以保证监测质量和数量；撰写每月监测质量报告和季度监测质量分析，反馈给各医疗单位，发现问题，及时整改；对辖区内各医疗单位肿瘤病例的监测和管理工作进行绩效考核，每季度对各医疗单位进行督导检查和慢性病、死因漏报情况进行抽查，以保证监测工作的质量和数量。

5. 统计学处理：采用 SPSS 22.0 软件进行分析。采用χ^2 检验对 2015—2019 年恶性肿瘤、白血病、甲状腺癌死亡率进行比较。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结　果

1. 居民死亡率：2015—2019 年三门县年均人口为 444 571 人，其中男性 232 568 人，女性 212 003 人。5 年内，三门县年均死亡数 2 561 人，其中男性 1 489 人，女性 1 072 人；居民年均死亡率为 575.87/10 万，其中男性年均死亡率为 640.16/10 万，女性年均死亡率为 505.33/10 万。

2. 主要死亡病因：经分析，2015—2019 年三门县居民十大死因疾病为：恶性肿瘤、脑血管疾病、呼吸系统疾病、损伤和中毒、心脏病、内分泌疾病、消化系统疾病、泌尿生殖系统疾病、神经系统疾病、传染病和寄生虫病。5 年中，前 10 位死因均占当年死亡总数的 95.79%以上，死因前 3 位依次为：恶性肿瘤、脑血管疾病、呼吸系统疾病，5 年内顺位无变化。2015—2019 年死因前 10 位疾病调查情况见表 1。

3. 恶性肿瘤及常见辐射相关肿瘤死亡情况：经统计学分析，2015—2019 年恶性肿瘤死亡率为 159.23/10 万 ~ 191.51/10 万，死亡率有所上升（$\chi^2=15.889$，$P<0.05$）。对常见辐射相关肿瘤进行统计学分析，白血病死亡率为 3.86/10 万 ~ 6.78/10 万，差异无统计学意义（$P>0.05$）；甲状腺癌死亡率为 0/10 万 ~0.89/10 万，差异无统计学意义（$P>0.05$）。具体结果见表 2。

讨　论

核电作为安全、清洁的能源，在正常运行时对周边环境的辐射影响远比同等电功率的燃煤发电站要小[5]，但核电站一旦发生事故，将会对周围环境和人群造成巨大影响。前苏联切尔诺贝利核电站事故导致了全球性环境辐射水平的增加，日本福岛核电站事故致大量放射性物质外泄的现象[6]，令核电站周边地区的居民十分关注和担忧核电厂周围环境对人体健康的影响。因此，核电

表 1 2015—2019 年三门县居民死因前十位疾病死亡情况

Table 1 The top 10 diseases in death causes ranking in residents in Sanmen county from 2015 to 2019

死因	2015 年		2016 年		2017 年		2018 年		2019 年	
	死亡人数	死因顺位	死亡人数	死因顺位	死亡人数	死因顺位	死亡人数	死因顺位	死亡人数	死因顺位
恶性肿瘤	702	1	778	1	837	1	796	1	857	1
脑血管疾病	550	2	540	2	595	2	562	2	500	2
呼吸系统	395	3	414	3	467	3	527	3	361	3
心脏病	311	4	332	4	209	4	233	5	291	4
损伤与中毒	202	5	217	5	235	5	256	4	247	5
内分泌系统	70	6	68	6	63	6	52	6	67	6
泌尿生殖系统	32	7	29	9	33	8	36	8	24	9
传染病与寄生虫	27	8	31	8	27	9	19	9	18	10
消化系统	27	8	42	7	48	7	38	7	36	7
神经系统	17	10	21	10	30	10	24	10	28	8

表 2 2015—2019 年三门县恶性肿瘤及常见辐射相关肿瘤死亡情况

Table 2 Mortality due to malignant tumor and radiation-related tumor in Sanmen county from 2015 to 2019

年份	恶性肿瘤[a]		白血病		甲状腺癌	
	死亡人数	死亡率（/10 万）	死亡人数	死亡率（/10 万）	死亡人数	死亡率（/10 万）
2015	702	159.23	17	3.86	0	0.00
2016	778	175.88	30	6.78	3	0.68
2017	837	188.05	22	4.94	1	0.22
2018	796	178.06	22	4.92	0	0.00
2019	857	191.51	22	4.92	4	0.89
均值	794	178.55	22.6	5.08	1.6	0.36

注：[a] 不同年间死亡率比较，$x^2 = 15.889$，$P<0.05$

站运行前后及发生事故时对周围环境和人群健康影响的调查和研究越来越受到人们重视[7-8]。

三门核电站运行前后的 5 年时间的研究结果显示，2015—2019 年三门县居民的年死亡率为 539.37/10 万 ~ 593.90/10 万，年均死亡率为 575.87/10 万，均低于 2018 年全国居民死亡率（713/10 万），接近 2018 年浙江省居民死亡率（556/10 万）[9]。2015—2019 年三门县居民的十大死因与 2018 年全国城市居民十大死因相同[9]，前 3 顺位分别为恶性肿瘤、脑血管疾病和呼吸系统疾病，且顺序未变。

辐射致癌是一种随机性效应[10]，有研究认为，任何低剂量的辐射都将增加癌症发生的概率[11-12]。可见，对核电站周围居民恶性肿瘤的死亡情况监测意义十分重大。分析结果显示，2015—2019 年，三门县居民恶性肿瘤年均死亡率为 178.55/10 万，高于秦山核电站与大亚湾核电站周围居民恶性肿瘤死亡率（149.67/10 万和 113.42/10 万）[13-14]，与 2018 年全国恶性肿瘤死亡率（161.29/10 万）[9] 和 2015 年浙江省恶性肿瘤死亡率（191.55/10 万）[15] 较为接近。5 年间恶性肿瘤死亡率为 159.23/10 万 ~ 191.51/10 万，上升趋势明显（$X^2 = 15.889$，$P<0.05$），与浙江省恶性肿瘤死亡率变化趋势一致，初步推测可能跟浙江省人口老龄化速度与程度居全国前列有关[16]。

为进一步分析核电站运行对周围居民健康的影响，本研究对 2015—2019 年常见辐射相关肿瘤（白血病和甲状腺癌）死亡情况进行了分析，结果显示，白血病死亡率和甲状腺癌死亡率均与秦山核电站周围调查结果较为接近（白血病死亡率为 5.05/10 万，甲状腺癌死亡率为 0.24/10 万）[13]，且 5 年间死亡率差异无统计学意义（$P>0.05$）。

本研究通过 5 年的持续调查分析认为三门县居民死亡水平相对平稳，符合浙江省死亡水平；前十位死因与全国城市居民相同；恶性肿瘤年均死亡率介于全国和浙江死亡水平之间，属于本底水平。

核电站周围居民辐射健康效应需要长期观察，由于三门核电站运行时间尚短，目前调查结果未发现其对周围居民健康的影响。本研究的意义在于建立核电站周围居民死因监测本底数据库，为持续开展相关数据的调查分析研究、评价核电站对周围居民的健康影响提供基础数据和评价依据。

利益冲突 本文由署名作者按以下贡献声明独立开展，不涉及各相关方的利益冲突

志谢 感谢浙江省疾病预防控制中心疾控英才孵育项目对本研究的资助，感谢三门县疾病预防控制中心林咸镯、杨盛旭、杨慧娟等对本研究的大力支持和奉献

作者贡献声明 曹艺耀负责实验组织、论文撰写；祁先群、宣志强、王子友负责组织协调；俞顺飞、赵尧贤、赖忠俊、郑涛涛、王鹏负责信息调查、数据录入整理、统计分析等；任鸿负责数据整理分析、论文修改

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国环境保护部. 2016 全国辐射环境质量报告[R]. 北京：中华人民共和国环境保护部，2016.
Ministry of Environmental Protection, PRC. 2016 National radiation environmental quality report [R]. Beijing: Ministry of Environmental Protection, PRC, 2016.

[2] Pidgeon NF, Lorenzoni I, Poortinga W. Climate change or nuclear power- No thanks! A quantitative study of public perceptions and risk framing in Britain [J]. Glob Environment Change, 2018, 18 (1): 69-85. DOI: 10.1016/j.gloenvcha. 2007.09.005.

[3] 陈晓秋，杨端节，焦志娟. 中国大陆核电厂放射性流出物释放所致的公众剂量[J]. 辐射防护通讯，2011，31（3）：1-6. DOI：10.3969/j. issn. 1004-6356.2011.03.001.
Chen XQ, Yang DJ, Jiao ZJ. Doses to the public from radioactive effluents released from nuclear power plants on China mainland [J]. Radiat Prot Bull, 2011, 31 (3): 1-6. DOI: 10.3969/j. issn. 1004-6356.2011.03.001.

[4] 国家卫生和计划生育委员会. WS/T 440-2014 核电站周围居民健康调查规范 [S]. 北京：中国标准出版社，2014.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. WS/T 440-2014. Specification for health survey of residents in the vicinity area of nuclear power plant [S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.

[5] 潘自强，马忠海，李旭彤，等. 国煤电链和核电链对健康、环境和气候影响的比较[J]. 辐射防护，2001，21（3）：129-145. DOI：10.3321/j. issn. 1000-8187.2001.03.001.
Pan ZQ, Ma ZH, Li XT, et al. Comparative study of impacts of coal chain and nuclear power chain in china on health, environment and climate [J]. Radiat Prot, 2001, 21 (3): 129-145. DOI: 10.3321/j. issn. 1000-8187.2001.03.001.

[6] 蔡建明. 日本福岛核电站事故对人体健康影响及医学防护[J]. 第二军医大学学报，2011，32（4）：349-353.
Cai JM. Effect of fukushima nuclear plant accident on human health and the medical protection [J]. Acad J Second Mil Med Univ, 2011, 32 (4): 349-353.

[7] 雷苏文，孙全富，刘英，等. 核电站周围居民健康流行病学调查[J]. 中华放射医学与防护杂志，2008，28（4）：392-394. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098.2008.04.026.
Lei SW, Sun QF, Liu Y, et al. Epidemiological survey of the health of the population around the nuclear power plant [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2008, 28 (4): 392-394. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-5098.2008.04.026.

[8] Man CK, Kwok YH. Assessment of risk to Hong Kong due to accidental releases of radionuclides from a nearby nuclear power plant [J]. J Radioanal Nucl Chem, 2009, 250: 485-490. DOI: 10.1023/A: 1017949105942.

[9] 国家卫生健康委员会. 2019 中国卫生健康统计年鉴[M]. 北京：中国协和医科大学出版社，2019.
National Health Commission of the Peeple's Republic of China. 2019 health statistics yearbook of China [M]. Beijing: Peking Union Medical College Press, 2019.

[10] International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 26.1977 recommendations of the International Commission on Radiological Protection [R]. Oxford: Pergamon Press, 1977: 21.

[11] Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, et al. Risk of cancer after low doses of ionising radiation: retrospective cohort study in 15 countries [J]. Brit Med J, 2005. 331 (7508): 77. DOI: 10.1136/bmj. 38499.599861. E0.

[12] Zapponi GA, Marcello I. Low-dose risk, hormesis, analogical and logical thinking [J]. Ann N Y Acad Sci, 2006, 1076: 839-857. DOI: 10.1196/annals. 1371.076.

[13] 宣志强，孙全富，宋建强，等. 秦山核电站周围居民肿瘤发病情况调查[J]. 中华放射医学与防护杂志，2011，31（2）：157-159. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098.2011.02.010.
Xuan ZQ, Sun QF, Song JQ, et al. Investigation on the incidence of tumor in residents around Qinshan Nuclear Power Plant [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2011, 31 (2): 157-159. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-5098.2011.02.010.

[14] 梁绵英，谭光享，杨浩贤，等. 广东大亚湾核电站周围居民死因分析[J]. 中国辐射卫生，2009，18（2）：211-213.
Liang MY, Tan GX, Yang HX, et al. Analysis of the death causes of the residents around Daya Bay Nuclear Power Station of Guangdong [J]. Chin J Radiol Health, 2009, 18 (2): 211-213.

[15] 王悠清，李辉章，龚巍巍，等. 2015 年浙江省肿瘤登记地区恶性肿瘤发病与死亡分析[J]. 中国肿瘤，2019，28（1）：12-22. DOI：10.11735/j. issn. 1004-0242.2019.01. A002.
Wang YQ, Li HZ, Gong WW, et al. Analysis of cancer incidence and mortality in Zhejiang cancer registries, 2015 [J]. Chin Cancer, 2019, 28 (1): 12-22. DOI: 10.11735/j. issn. 1004-0242.2019.01. A002.

[16] 朱陈，李辉章，王悠清，等. 2010 年至 2014 年浙江省肿瘤登记地区癌症死亡情况分析[J]. 中国肿瘤临床，2017，44（11）：552-557. DOI：10. 3969/j. issn. 1000-8179. 2017.11. 353.
Zhu C, Li HZ, Wang YQ, et al. Cancer mortality in Zhejiang cancer registration areas from 2010 to 2014 [J]. Chin J Clin Oncol, 2017, 44 (11): 552-557. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-8179. 2017. 11. 353.

（收稿日期：2020-11-04）