

◁头颈部影像学▷

核医学工作人员甲状腺疾病及其影响因素调查分析

邢通¹, 马温惠¹, 杨治平¹, 余锋¹, 李林怿², 杨卫东¹, 汪静¹

(1. 空军军医大学第一附属医院核医学科, 陕西 西安 710032; 2. 空军军医大学预防医学系, 陕西 西安 710032)

【摘要】目的: 调查分析核医学工作人员甲状腺疾病的状况, 为开展核医学职业人群辐射防护及健康管理、制订辐射防护标准提供依据。**方法:** 2023 年 2—7 月, 采用问卷调查的方式, 收集陕西省各医疗机构核医学工作人员的甲状腺相关情况, 资料包括基本信息、甲状腺疾病检查诊断、甲状腺疾病和辐射暴露防护相关认知情况等, 选取 342 名核医学工作人员作为分析对象, 分析比较年龄、性别、核医学工龄、辐射接害年限、辐射暴露和辐射防护认知等因素对从业人员甲状腺疾病的影响。**结果:** ①分析对象中 124 名核医学工作人员甲状腺异常(36.2%(124/342)), 主要表现为甲状腺结节(22.8%(78/342))和桥本氏病(4.1%(14/342)); ②与男性工作人员比较, 女性工作人员甲状腺疾病患病率(40.3%(77/191) vs. 31.1%(47/151), $P<0.05$)更高, 而甲状腺结节患病率(23.0%(44/191) vs. 22.5%(34/151), $P>0.05$)差异不明显; ③随着年龄、核医学工龄及辐射接害年限增加, 甲状腺疾病和甲状腺结节患病率升高($P<0.05$); ④经多因素 Logistic 回归分析, 女性、年龄为甲状腺疾病发生的相关危险因素($OR=1.046, 1.694, 95\%CI: 1.014\sim 1.080, 1.048\sim 2.737, P<0.05$)。结论: 核医学的低剂量电离辐射可能引起工作人员甲状腺损伤, 应重点关注女性、高年龄(工龄)和辐射暴露机会较多的工作人员的辐射防护管理, 优化防护及管理措施, 降低辐射暴露剂量和时长, 保障核医学工作人员健康。

【关键词】 甲状腺疾病; 核医学

【中图分类号】 R581; R817.4

【文献标识码】 A

【文章编号】 1008-1062(2024)12-0842-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.12.002

Investigation of the thyroid diseases in nuclear medicine staff and analysis of influencing factorsXING Tong¹, MA Wen-hui¹, YANG Zhi-ping¹, YU Feng¹, LI Lin-yi², YANG Wei-dong¹, WANG Jing¹

(1. Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710032, China;

2. Department of Military Preventive Medicine, Air Force Military Medical University, Xi'an 710032, China)

Abstract: Objective: To investigate and analyze the status of thyroid diseases of nuclear medicine workers, and provide a scientific basis for the development of radiation protection and health management for nuclear medicine occupational groups and the formulation of radiation protection standards. **Methods:** A questionnaire survey was conducted to collect thyroid-related information from nuclear medicine staff in various hospitals in Shaanxi Province from February to July 2023. The data included basic information, thyroid disease examination and diagnosis, and cognition of thyroid disease and radiation exposure protection. Three hundred and forty-two nuclear medicine staff were selected as analysis subjects, and the effects of factors such as age, gender, length of service in nuclear medicine, years of radiation exposure, cognition of radiation exposure and protection on thyroid diseases in practitioners were compared and analyzed. **Results:** ①Among the analyzed subjects, 124 nuclear medicine workers had thyroid abnormalities (36.2%(124/342)), mainly manifested as thyroid nodules (22.8%(78/342)) and Hashimoto's disease (4.1%(14/342)). ②Compared with male staff, the prevalence of thyroid disease among female staff(40.3%(77/191) vs. 31.1%(47/151), $P<0.05$) was higher, while the prevalence of thyroid nodules (23.0%(44/191) vs. 22.5%(34/151), $P>0.05$) was not significantly different. ③The prevalence of thyroid disease and thyroid nodules increased with age, length of service in nuclear medicine work, and duration of radiation exposure ($P<0.05$). ④By multifactor regression analysis, age and sex (female) were identified as risk factors for thyroid disease($OR=1.046, 1.694, 95\%CI: 1.014\sim 1.080, 1.048\sim 2.737, P<0.05$). **Conclusion:** Low-dose ionizing radiation in nuclear medicine environment may cause thyroid damage to the workers. Special attention should be paid to radiation protection management for the females, workers of advanced age(long service) and more radiation exposure. Protection and management measures should be optimized to reduce the radiation exposure dose and duration, so as to ensure the health of nuclear medicine workers.

Key words: Thyroid Diseases; Nuclear Medicine

核医学是利用放射性核素进行疾病诊断和治疗的医学学科^[1-2]。核医学工作人员在诊疗操作中会接触到放射性核素, 对职业人员及其周围人群产生电离辐射暴露^[3-4]。甲状腺是中度辐射敏感的器官^[5], 短期

【收稿日期】 2024-09-02

【作者简介】 邢通(1988-), 男, 河南南阳人, 主治医师。E-mail: xingtong0705@126.com

【通信作者】 汪静, 空军军医大学第一附属医院核医学科, 710032。E-mail: 13909245902@163.com

【基金项目】 国家自然科学基金项目(编号: 81971646)。

大剂量照射后,可观察到明显的辐射效应,表现为甲状腺损伤和功能减退^[6-7];长期低剂量电离辐射是否会对甲状腺造成损伤,仍存在一些争议,部分表现为甲状腺激素水平异常和甲状腺结节,亦可发展为甲状腺癌^[8-9]。但目前职业卫生领域对于低剂量电离辐射损伤缺乏关注,研究长期低剂量电离辐射对医疗职业人群甲状腺功能的影响显得尤为迫切^[10-12]。我们通过现况调查,分析陕西省各类医疗机构核医学、影像放射和体外分析等科室的核医学专业工作人员的甲状腺疾病状况,为制订职业人群电离辐射防护标准,开展职业人群辐射防护及健康管理提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

2023 年 2—7 月,发放和收集陕西省核医学专业工作人员的甲状腺情况调查表。研究对象的纳入和排除标准:①从事核医学相关工作 1 年及以上;②根据疾病预防控制机构有关部门的监测数据,个人年均累积剂量低于国家剂量年限标准(20 mSv);③工作年限内无放射事故发生;④从事放射相关工作岗位前,无甲状腺疾病史;⑤女性研究对象非妊娠期;⑥问卷基本要素完整,无明显错漏。最终,共纳入 342 份有效问卷,调查覆盖 96.9%(31/32)的机构,问卷完成率为 94.2%(372/395),有效纳入率为 91.9%(342/372)。

1.2 调查内容

依据 GBZ 98-2020《放射工作人员健康要求及监护规范》、GBZ 101-2020《职业性放射性甲状腺疾病诊断》、《临床核医学辐射安全专家共识(2017)》和《健康体检基本项目专家共识(2022)》^[12,13],收集核医学工作人员基本信息、甲状腺生化功能检查、甲状腺超声检查等结果,甲状腺生化功能检查或影像学检查中任何 1 项检查结果符合甲状腺疾病诊断标准即为甲状腺异常,并明确诊断信息。①基本信息,包括性别、年龄、学历、单位、岗位、工作内容(范围)、核医学工龄、从事其他放射相关工作工龄等;②健康体检及甲状腺信息,包括近 1 年内健康(职业病)体检及甲状腺检查、甲状腺异常诊断信息等;③核医学工作人员对甲状腺疾病和辐射暴露的认知情况等信息。调查表回收后进行双人交叉核对,对存在信息缺失的调查表进行电话回访,对填写模糊的内容进行核对修正,确保数据真实可靠。调查对象典型甲状腺结节超声图像见图 1。

1.3 统计学分析

用 Microsoft 365 Excel 双人盲法录入,纠错并整理归类后,用 SPSS 26.0 软件进行统计分析,计数资料用例数和百分率(%)表示,组间比较用行列表 χ^2 检验,甲状腺异常及甲状腺结节相关危险因素的分析采用多因素 Logistic 回归模型分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

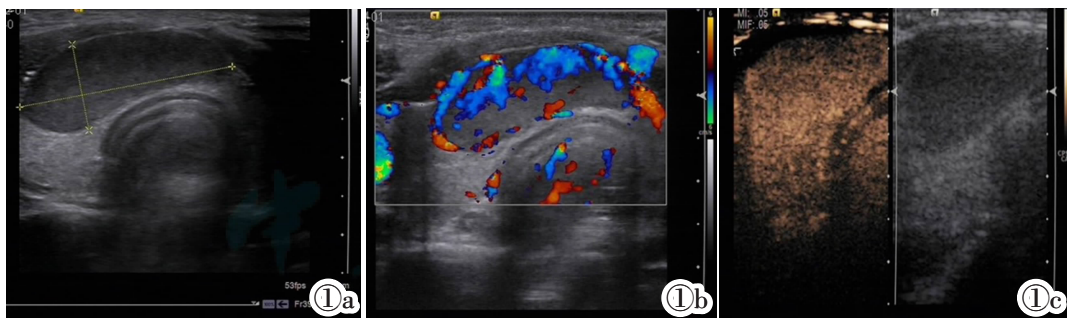


图 1 甲状腺结节超声图像。图 1a:二维灰阶超声图像,甲状腺右侧叶及峡部可见实性低回声结节,边界清晰,结节大小为 27.8 mm×11.3 mm。图 1b:彩色多普勒血流图像,结节内血流信号丰富,周边血流环绕。图 1c:超声造影图像,可见结节呈快速环形充盈并呈高增强。

Figure 1. Ultrasound images of thyroid nodules. Figure 1a: Two-dimensional grayscale ultrasound image, solid hypoechoic nodules (27.8 mm × 11.3 mm) with clear boundaries in the right lobe and isthmus of the thyroid gland. Figure 1b: The nodule has abundant blood flow signals and is surrounded by peripheral blood flow in the color Doppler flow imaging. Figure 1c: Ultrasound angiography of thyroid nodules, the nodules are rapidly filled in annular form and highly enhanced.

2 结果

2.1 一般情况

调查对象中男 151 人(占 43.9%)、女 191 人(占 56.1%),平均年龄(39.3±10.4)岁,核医学工龄(10.9±9.5)年,辐射伤害年限(12.2±9.9)年。124 名核医学

工作人员甲状腺异常(36.2%),主要表现为甲状腺结节(22.8%(78/342))、桥本氏病(4.1%(14/342))和甲状腺功能减退(3.2%(11/342))(表 1)。

2.2 不同特征核医学工作人员甲状腺异常情况

与男性核医学工作人员比较,女性甲状腺疾病总体患病率和亚临床甲减患病率更高,差异均有统

表 1 2023 年陕西省核医学工作人员甲状腺疾病情况(n=342)

变量	例数	甲状腺 结节 (n=78)	桥本 氏病 (n=14)	甲状腺功 能减退 (n=11)	亚临床 甲减 (n=10)	单纯性甲 状腺肿 (n=8)	甲状 腺癌 (n=2)	甲状腺功 能亢进 (n=1)	亚急性甲 状腺炎 (n=1)	正常 (n=217)	
年龄(岁)	<35	143	26(17.6)	8(5.4)	3(2.0)	2(1.4)	3(2.0)	1(0.7)	0(0.0)	100(68.2)	
	35~<45	111	24(21.2)	3(2.7)	3(2.7)	4(3.5)	2(1.8)	0(0.0)	0(0.0)	75(66.4)	
	45~<55	51	15(28.3)	2(3.8)	2(3.8)	2(3.8)	2(3.8)	1(1.9)	0(0.0)	26(49.1)	
	≥55	37	13(34.2)	1(2.6)	3(7.9)	2(5.3)	1(2.6)	0(0.0)	1(2.6)	15(42.1)	
	χ^2 值		6.223	1.494	3.601	2.364	0.728	2.524	8.287	5.658	13.508
<i>P</i> 值		0.101	0.684	0.308	0.500	0.867	0.471	0.040 ¹	0.130	0.004 ²	
性别	男	151	34(22.4)	3(2.0)	2(1.3)	1(0.7)	2(1.3)	0(0.0)	1(0.7)	108(68.4)	
	女	191	44(22.0)	11(5.5)	9(4.5)	9(4.5)	6(3.0)	2(1.0)	0(0.0)	109(57.0)	
	χ^2 值		0.007	2.812	2.892	4.619	1.103	1.529	1.320	0.752	4.778
<i>P</i> 值		0.934	0.094	0.089	0.032 ¹	0.294	0.216	0.251	0.386	0.029 ¹	
婚姻状况	未婚	60	9(14.5)	0(0.0)	1(1.6)	1(1.6)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	49(80.6)	
	已婚	281	69(23.9)	14(4.8)	10(3.5)	9(3.1)	8(2.8)	2(0.7)	1(0.3)	167(57.8)	
	其他	1	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(100.0)	
	χ^2 值		2.878	3.178	0.608	0.446	1.785	0.438	0.219	0.219	11.931
<i>P</i> 值		0.237	0.074	0.738	0.800	0.410	0.803	0.896	0.896	0.003 ²	
文化水平	专科及以下	42	13(29.5)	1(2.3)	3(6.8)	1(2.3)	1(2.3)	0(0.0)	1(2.3)	22(52.3)	
	本科	223	50(21.8)	10(4.4)	7(3.1)	7(3.1)	6(2.6)	2(0.9)	0(0.0)	140(61.1)	
	硕士及以上	77	15(19.0)	3(3.8)	1(1.3)	2(2.5)	1(1.3)	0(0.0)	0(0.0)	57(69.6)	
	χ^2 值		1.789	0.432	2.888	0.117	0.485	1.080	7.020	0.539	3.663
<i>P</i> 值		0.409	0.806	0.236	0.943	0.785	0.583	0.030 ¹	0.764	0.160	
机构类型	公立	282	59(20.2)	13(4.5)	8(2.7)	8(2.7)	4(1.4)	2(0.7)	1(0.3)	186(64.0)	
	私立	60	19(31.7)	1(1.7)	3(5.0)	2(3.3)	4(6.7)	0(0.0)	0(0.0)	31(51.7)	
	χ^2 值		3.790	1.011	0.840	0.064	6.287	0.413	0.206	0.206	3.233
	<i>P</i> 值		0.052	0.315	0.359	0.801	0.012 ¹	0.520	0.650	0.650	0.072
核医学工龄	<5	125	30(23.4)	5(3.9)	3(2.3)	3(2.3)	6(4.7)	0(0.0)	0(0.0)	78(61.7)	
	5~<10	81	15(18.1)	3(3.6)	1(1.2)	2(2.4)	1(1.2)	0(0.0)	0(0.0)	59(71.1)	
	10~<20	79	13(15.9)	3(3.7)	4(4.9)	4(4.9)	0(0.0)	1(1.2)	1(1.2)	53(64.6)	
	20~<30	39	13(31.7)	2(4.9)	2(4.9)	1(2.4)	1(2.4)	1(1.2)	0(0.0)	18(43.9)	
	≥30	18	7(38.9)	1(5.6)	1(5.6)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	9(50.0)	
	χ^2 值		7.903	0.257	2.869	1.954	6.117	4.464	3.303	7.607	9.945
<i>P</i> 值		0.095	0.992	0.580	0.744	0.191	0.347	0.509	0.107	0.041 ¹	
辐射接害年限	<5	104	21(20.0)	4(3.8)	3(2.9)	3(2.9)	5(4.8)	0(0.0)	0(0.0)	68(64.8)	
	5~<10	81	16(18.8)	3(3.5)	1(1.2)	1(1.2)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	60(71.8)	
	10~<20	89	17(18.5)	3(3.3)	4(4.3)	5(5.4)	1(1.1)	1(1.1)	1(1.1)	57(62.0)	
	20~<30	44	14(30.4)	3(6.5)	2(4.3)	1(2.2)	1(2.2)	1(2.2)	0(0.0)	21(45.7)	
	≥30	24	10(41.7)	1(4.2)	1(4.2)	0(0.0)	1(4.2)	0(0.0)	0(0.0)	11(45.8)	
	χ^2 值		8.676	0.958	1.859	3.872	5.878	3.760	2.834	6.671	11.652
<i>P</i> 值		0.070	0.916	0.762	0.424	0.208	0.439	0.586	0.154	0.020 ¹	

注:括号内数据为百分比,核医学工龄和辐射接害年限单位为年。1: $P<0.05$;2: $P<0.01$ 。

计学意义($P<0.05$),男、女核医学工作人员甲状腺结节患病率的差异无统计学意义($P>0.05$)。调查对象以 45 岁及以下工作人员为主(共 254 人,占 74.3%), ≥ 55 岁者甲状腺疾病总体患病率和甲状腺结节患病率最高,此外随着年龄增加甲状腺疾病总体患病率($\chi^2=13.508, P<0.01$)和甲状腺结节患病率均升高($\chi^2=6.223, P=0.101$)。调查对象以核医学工龄 ≤ 10 年的工作人员最多(共 204 人,占 59.6%),辐射接害年限 ≤ 10 年的工作人员 185 人(54.1%),工龄及辐射接害年限 >30 年者甲状腺疾病总体患病率、甲状腺结节患病率最高,总体患病率的差异有统计学意义($P<0.05$)(表 1)。

2.3 甲状腺疾病影响因素的多因素 Logistics 回归分析

年龄、工龄分段为分类变量,性别、机构类型为分类变量,进行多因素 Logistic 回归分析。结果显

示,女性、年龄为甲状腺疾病的独立危险因素(表 2)。

表 2 不同影响因素对甲状腺疾病总体患病率的 Logistic 回归分析

变量	β 值	S.E.	Wald	<i>P</i> 值	OR 值(95%CI)
年龄(岁)	0.045	0.016	7.921	0.005	1.046(1.014~1.080)
性别(女)	0.527	0.245	4.637	0.031	1.694(1.048~2.737)
专科及以下	2.495			0.287	
学历本科	0.212	0.378	0.315	0.575	1.237(0.589~2.596)
硕士及以上	-0.252	0.421	0.36	0.548	0.777(0.341~1.772)
机构类别(公立)	0.497	0.301	2.727	0.099	1.644(0.911~2.965)
核医学工龄(年)	0.001	0.017	0.003	0.953	1.001(0.969~1.034)
常量	-2.852	0.763	13.981	0	0.058

3 讨论

甲状腺是人体最大的内分泌腺,对辐射中度敏感,电离辐射可引起甲状腺损伤^[14-15]。放射性甲状腺疾病是指电离辐射以内和(或)外照射方式作用于甲

状腺和(或)机体其他组织所引起的原发或继发性甲状腺功能和(或)器质性改变,其损伤程度和临床表现与辐射剂量和种类、暴露时间、个体差异(如年龄、性别、遗传)等密切相关^[16]。当前,国内外的研究认为包括核医学在内的放射工作人员年累积剂量水平普遍处于低剂量电离辐射的安全水平^[17-18]。长期低剂量电离辐射会引起甲状腺损伤,表现为甲状腺激素水平异常、自身免疫性甲状腺炎、甲状腺结节和甲状腺癌^[15,19]。既往的调查结果表明放射工作人员甲状腺结节检出率低于社会人群,而甲状腺激素水平异常率高于社会人群体检结果^[20]。有研究发现,放射工作人员甲状腺结节检出率增长迅速,工龄5年以上放射工作人员甲状腺结节检出率远高于普通人,提示电离辐射可能导致甲状腺结节发病率增高^[11]。

本研究发现,核医学工作人员甲状腺患病率与西安地区体检数据基本一致,高于长期一同居住的亲属(24.9%)而低于全国总体水平^[21-22]。女性甲状腺患病率高于男性,与涂雷等^[20]及杨勇等^[23]的研究结果一致,原因与女性对辐射更敏感相关,一方面负反馈调节促甲状腺激素(TSH)分泌缓解辐射引起甲状腺功能抑制,同时,雌激素可增加TSH敏感性,促进TSH分泌,引起甲状腺组织增生及甲功异常。随着工龄和辐射接害时间增加,核医学工作人员甲状腺结节检出率和甲状腺疾病总体患病率呈升高趋势,与冯春燕等^[24]的研究类似,高工龄、高辐射接害年限的核医学工作人员接触辐射时间久,累积辐射剂量高,损伤产生的累积效应更显著,但不能排除随着年龄增加甲状腺发生退行性改变的原因。在今后研究中需开展同年龄段核医学工作人员与普通人群甲状腺情况调查,探究电离辐射、工龄、年龄对甲状腺的影响。不同性别核医学工作人员甲状腺结节患病率无统计学差异,与既往研究结果存在差异^[25],可能与样本量偏小、核医学工作人员来源及男性辐射防护相对不足有关^[18],其原因有待调查。甲状腺疾病是遗传、环境等多种因素相互作用的结果^[26],多因素 Logistic 回归分析发现女性、年龄是甲状腺疾病产生的危险因素。

本研究纳入了342名核医学工作人员的甲状腺信息资料,样本量较大、覆盖率高,能够客观反映陕西省核医学工作人员的甲状腺疾病情况。但本次调查缺少核医学工作人员个人剂量监测、放射工作场所放射防护情况、个人生活、饮食习惯及甲状腺结节超声征象和分级等因素,在今后的研究中需选取重点人群,收集相关信息,探究低电离辐射环境下各种因素与甲状腺异常的关系。今后有必要进一步开展全国性的普查或更为广泛的队列研究,精准评估低剂量辐射暴露环境对甲状腺的影响。

综上所述,长期低剂量电离辐射可能引起核医学工作人员甲状腺疾病,要提高核医学工作人员防护意识和措施,注重甲状腺等敏感部位的防护,重点关注女性、高龄(工龄)工作人员辐射防护和健康管理,提高核医学工作场所的环境防护水平,加强科普宣传和心理疏导,保障工作人员身心健康。

[参考文献]

- [1]李小亮,陆克义,刘建香,等.核医学工作人员职业照射水平与辐射防护要求[J].中华劳动卫生职业病杂志,2023,41(2):136-140.
- [2]中华医学会核医学分会临床核医学辐射安全专家共识编写委员会.临床核医学辐射安全专家共识[J].中华核医学与分子影像杂志,2017,37(4):225-229.
- [3]Villoing D, Yoder RC, Passmore C, et al. A U.S. Multicenter Study of Recorded Occupational Radiation Badge Doses in Nuclear Medicine[J]. Radiology, 2018, 287(2): 676-682.
- [4]Villoing D, Borrego D, Preston DL, et al. Trends in Occupational Radiation Doses for U.S. Radiologic Technologists Performing General Radiologic and Nuclear Medicine Procedures, 1980-2015 [J]. Radiology, 2021, 300(3): 605-612.
- [5]Saenko V, Mitsutake N. Radiation-Related Thyroid Cancer[J]. Endocr Rev, 2024, 45(1): 1-29.
- [6]Kato T, Yamada K, Hongyo T. Area Dose-Response and Radiation Origin of Childhood Thyroid Cancer in Fukushima Based on Thyroid Dose in UNSCEAR 2020/2021: High ¹³¹I Exposure Comparable to Chernobyl[J]. Cancers(Basel), 2023, 15(18): 4583.
- [7]Drozdovitch V. Radiation Exposure to the Thyroid After the Chernobyl Accident [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2020, 11: 569041.
- [8]Duque CS, Vélez A, Cuartas J, et al. Molecular profiling of papillary thyroid carcinomas in healthcare workers exposed to low dose radiation at the workplace [J]. Endocrine, 2022, 76 (1): 95-100.
- [9]Nadolnik LI, Niatsetskaya ZV, Basinsky VA, et al. Morphological and functional changes in rat thyroid gland after a year following chronic exposure to low and intermediate doses of γ -radiation[J]. Int J Radiat Biol, 2024, 100(3): 343-352.
- [10]Cioffi DL, Fontana L, Leso V, et al. Low dose ionizing radiation exposure and risk of thyroid functional alterations in healthcare workers[J]. Eur J Radiol, 2020, 132: 109279.
- [11]Guo QS, Ruan P, Huang WX, et al. Occupational Radiation Exposure and Changes in Thyroid Hormones in a Cohort of Chinese Medical Radiation Workers [J]. Biomed Environ Sci, 2021, 34(4): 282-289.
- [12]Tong JY, Jiang W, Yu XQ, et al. Effect of low-dose radiation on thyroid function and the gut microbiota[J]. World J Gastroenterol, 2022, 28(38): 5557-5572.
- [13]中华医学会健康管理学分会.健康体检基本项目专家共识(2022)[J].中华健康管理学杂志,2023,17(9):649-660.
- [14]Morton LM, Karyadi DM, Stewart C, et al. Radiation-related genomic profile of papillary thyroid carcinoma after the Chernobyl accident[J]. Science, 2021, 372(6543): eabg2538.