

# 从事介入放射治疗与放射检查工作人员的 甲状腺激素指标分析

章群<sup>1</sup>, 王爱红<sup>1</sup>, 余肖颀<sup>2</sup>, 应正巨<sup>1</sup>, 屈凌燕<sup>1</sup>, 张丹丹<sup>1</sup>

1.宁波市疾病预防控制中心环境与职业卫生所, 浙江 宁波 315010; 2.宁波市第一医院, 浙江 宁波 315000

**摘要:** **目的** 了解介入放射治疗与放射检查工作人员甲状腺激素指标情况, 为放射职业人群职业健康监护提供依据。**方法** 通过宁波市疾病预防控制中心个人剂量监测数据库和宁波市某三甲医院职业健康体检中心收集介入放射治疗与放射检查工作人员资料, 包括人口学信息、体质指数 (BMI)、甲状腺激素指标和5年累积个人剂量等, 分析工种、5年累积个人剂量不同人员的甲状腺激素指标, 并采用多因素有序 logistic 回归模型分析甲状腺激素指标的影响因素。**结果** 介入放射治疗与放射检查工作人员各 159 人资料纳入分析, 甲状腺激素指标异常率分别为 9.43% 和 12.26%, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。介入放射治疗工作人员的三碘甲状腺原氨酸 ( $T_3$ ) 和游离三碘甲状腺原氨酸 ( $FT_3$ ) 水平分别为 ( $1.54\pm 0.41$ ) nmol/L 和 ( $5.13\pm 1.07$ ) pmol/L, 低于放射检查工作人员的 ( $1.68\pm 0.34$ ) nmol/L 和 ( $5.55\pm 0.87$ ) pmol/L (均  $P<0.05$ )。5 年累积个人剂量  $<1.5$  mSv、 $1.5\sim <3.0$  mSv、 $\geq 3.0$  mSv 的人员  $T_3$  分别为 ( $1.69\pm 0.31$ )、( $1.69\pm 0.40$ ) 和 ( $1.52\pm 0.41$ ) nmol/L,  $FT_3$  分别为 ( $5.60\pm 0.83$ )、( $5.32\pm 0.94$ ) 和 ( $5.14\pm 1.09$ ) pmol/L, 差异有统计学意义 (均  $P<0.05$ )。多因素有序 logistic 回归分析结果显示, BMI ( $<18.5$  kg/m<sup>2</sup>,  $OR=0.111$ ,  $95\%CI: 0.028\sim 0.436$ ) 和 5 年累积个人剂量 ( $<1.5$  mSv,  $OR=6.259$ ,  $95\%CI: 2.368\sim 16.547$ ) 是  $T_3$  的影响因素, 工种 (放射检查,  $OR=3.171$ ,  $95\%CI: 1.529\sim 6.574$ )、BMI ( $18.5\sim <24.0$  kg/m<sup>2</sup>,  $OR=0.393$ ,  $95\%CI: 0.184\sim 0.842$ ) 和性别 (男,  $OR=3.449$ ,  $95\%CI: 1.294\sim 9.190$ ) 是  $FT_3$  的影响因素。**结论** 职业照射对介入放射治疗与放射检查工作人员的甲状腺激素指标有一定影响, 主要影响因素为 BMI、照射剂量、工种和性别。

**关键词:** 介入放射治疗; 放射检查; 职业照射; 甲状腺激素

中图分类号: R581 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2024) 02-0152-05

## Analysis of thyroid hormone indicators among interventional and diagnostic radiologists

ZHANG Qun<sup>1</sup>, WANG Aihong<sup>1</sup>, YU Xiaopin<sup>2</sup>, YING Zhengju<sup>1</sup>, QU Lingyan<sup>1</sup>, ZHANG Dandan<sup>1</sup>

1. Department of Environmental and Occupational Health Promotion, Ningbo Center for Disease Control and Prevention, Ningbo, Zhejiang 315010, China; 2. Ningbo First Hospital, Ningbo, Zhejiang 315000, China

**Abstract: Objective** To learn the levels of thyroid hormone indicators among interventional and diagnostic radiologists, so as to provide insights into occupational health monitoring of radiologists. **Methods** Demographic information, body mass index (BMI), thyroid hormone indicators and cumulative individual doses over 5 years among interventional and diagnostic radiologists were collected through the personal dosimetry monitoring database of Ningbo Center for Disease Control and Prevention and the Occupational Health Examination Center of a tertiary hospital in Ningbo City. The thyroid hormone indicators of different job types and cumulative individual doses over 5 years were analyzed, and factors affect-

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2024.02.015

基金项目: 浙江省公益技术应用研究计划项目 (LGF20H260005, LGF22H220002); 宁波市医学重点学科项目 (2022-B18); 宁波市自然科学基金项目 (202003N4222)

作者简介: 章群, 硕士, 副主任医师, 主要从事放射卫生监测工作

通信作者: 张丹丹, E-mail: zhangdd@nbcdc.org.cn

ing the thyroid hormone indicators were identified using a multivariable ordinal logistic regression model. **Results** There were 159 interventional and 159 diagnostic radiologists included, and the proportions of abnormal thyroid hormone indicators were 9.43% and 12.26%, respectively, with no statistically significant difference ( $P>0.05$ ). The levels of triiodothyronine and free triiodothyronine in interventional radiologists were lower than those in diagnostic radiologists [(1.54±0.41) vs. (1.68±0.34) nmol/L, (5.13±1.07) vs. (5.55±0.87) pmol/L; both  $P<0.05$ ]. The levels of triiodothyronine and free triiodothyronine were significantly different among radiologists with cumulative individual doses over 5 years of < 1.5 mSv, 1.5–<3.0 mSv and ≥3.0 mSv [(1.69±0.31), (1.69±0.40) vs. (1.52±0.41) nmol/L, (5.60±0.83), (5.32±0.94) vs. (5.14±1.09) pmol/L; both  $P<0.05$ ]. Multivariable ordinal logistic regression analysis identified BMI (<18.5 kg/m<sup>2</sup>, OR=0.111, 95%CI: 0.028–0.436) and cumulative individual doses over 5 years (<1.5 mSv, OR=6.259, 95%CI: 2.368–16.547) as the factors affecting triiodothyronine, and job types (diagnostic radiologists, OR=3.171, 95%CI: 1.529–6.574), BMI (18.5–<24.0 kg/m<sup>2</sup>, OR=0.393, 95%CI: 0.184–0.842), and gender (men, OR=3.449, 95%CI: 1.294–9.190) as the factors affecting free triiodothyronine. **Conclusion** Occupational exposure has a certain impact on the thyroid hormone indicators among interventional and diagnostic radiologists, and the main influencing factors include BMI, radiation dose, job type and gender.

**Keywords:** interventional radiology; radiological examination; occupational exposure; thyroid hormone

甲状腺是对电离辐射敏感的器官之一。长期接触低剂量电离辐射可引起放射职业人群的甲状腺损伤,且甲状腺功能异常的风险随放射工龄及暴露剂量的增加而升高<sup>[1-2]</sup>。低剂量电离辐射(指100 mSv及以下的低传能线密度的电离辐射)对放射工作人员甲状腺功能的影响尚存在争议<sup>[3]</sup>,有研究认为持续低剂量电离辐射可能引起甲状腺功能减退<sup>[4-6]</sup>;另有研究提出职业照射不会增加甲状腺器质性疾病的发生率<sup>[7]</sup>,这可能与甲状腺受照剂量有关。介入放射治疗工作人员的工作环境持续暴露于低剂量电离辐射,虽有铅屏风、铅衣等防护措施,但年累积剂量仍高于其他隔室操作的放射检查工作人员。郭佳娣等<sup>[8]</sup>的调查显示介入放射治疗工作人员个人年有效剂量≥5 mSv的比例仅次于核医学人员。本研究通过分析5年以上工龄的介入放射治疗和放射检查工作人员的甲状腺激素水平,探究低剂量电离辐射对该人群甲状腺激素水平的影响,为放射职业人群职业健康监护提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源

介入放射治疗和放射检查工作人员的照射剂量资料来源于宁波市疾病预防控制中心个人剂量监测数据库,职业健康体检资料来源于宁波市某三甲医院职业健康体检中心。

### 1.2 方法

于2022年5月,从宁波市疾病预防控制中心个人剂量监测数据库中筛选出连续5年监测数据完整的放射工作人员,根据是否接触介入诊断设备分为介

入放射治疗工作人员和放射检查工作人员,按性别、年龄(±3岁)匹配。剔除患有肾病综合征、垂体瘤和其他影响甲状腺激素分泌的慢性疾病者及资料不全者。收集工种、年龄、性别、体质指数(BMI)、吸烟、饮酒、甲状腺激素指标和5年累积个人剂量等;甲状腺激素指标包括甲状腺素(T<sub>4</sub>)、三碘甲状腺原氨酸(T<sub>3</sub>)、促甲状腺素(TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸(FT<sub>3</sub>)和游离甲状腺素(FT<sub>4</sub>),其中任何一项指标超出临床参考值范围即判定为甲状腺激素指标异常。分析介入放射治疗和放射检查工作人员的甲状腺激素指标及影响因素。

### 1.3 统计分析

采用SPSS 16.0软件统计分析。定量资料服从正态分布的采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )描述,组间比较采用 $t$ 检验和单因素方差分析;定性资料采用相对数描述,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。采用多因素有序logistic回归模型分析甲状腺激素指标的影响因素。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

收集318人资料进行分析,其中男性266人,占83.65%;女性52人,占16.35%。年龄为(41.70±7.40)岁。市级综合医院212人,占66.67%;区、县级医院106人,占33.33%。介入放射治疗和放射检查工作人员各159人,年龄、BMI、吸烟和饮酒比例差异均无统计学意义( $P>0.05$ );介入放射治疗工作人员5年累积个人剂量高于放射检查工作人员( $P<0.05$ )。见表1。

表 1 介入放射治疗和放射检查工作人员基本情况比较

Table 1 Comparison of basic information between interventional and diagnostic radiologists

工种	年龄/岁 <sup>①</sup>	BMI/ (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>①</sup>	吸烟 <sup>②</sup>	饮酒 <sup>②</sup>	5年累积个人剂量/mSv <sup>①</sup>
介入放射治疗 (n=159)	41.53±7.31	23.96±3.17	10 (6.29)	11 (6.92)	2.27±0.86
放射检查 (n=159)	41.66±7.72	23.33±2.65	9 (5.66)	14 (8.81)	1.66±0.99
<i>t</i> /χ <sup>2</sup> 值	0.156	-1.925	0.056	0.391	-5.791
<i>P</i> 值	0.876	0.055	0.813	0.532	<0.001

注: ①采用 $\bar{x}\pm s$ 描述, 组间比较采用*t*检验; ②采用*n* (%)描述, 组间比较采用χ<sup>2</sup>检验。

## 2.2 介入放射治疗和放射检查工作人员甲状腺激素水平比较

甲状腺激素指标异常 69 人, 异常率为 21.70%。介入放射治疗工作人员甲状腺激素指标异常 30 人, 异常率为 9.43%; 放射检查工作人员甲状腺激素指标

异常 39 人, 异常率为 12.26%; 两者差异无统计学意义 (χ<sup>2</sup>=1.499, *P*=0.221)。介入放射治疗工作人员的 T<sub>3</sub> 和 FT<sub>3</sub> 水平低于放射检查工作人员 (均 *P*<0.05)。见表 2。

表 2 放射检查和介入治疗工作人员甲状腺激素指标比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

Table 2 Comparison of thyroid hormone indicators between interventional and diagnostic radiologists ( $\bar{x}\pm s$ )

工种	T <sub>3</sub> / (nmol/L)	T <sub>4</sub> / (nmol/L)	TSH/ (mIU/L)	FT <sub>3</sub> / (pmol/L)	FT <sub>4</sub> / (pmol/L)
介入放射治疗 (n=159)	1.54±0.41	114.05±18.55	1.94±0.98	5.13±1.07	11.90±1.37
放射检查 (n=159)	1.68±0.34	110.45±17.55	1.91±0.91	5.55±0.87	12.09±1.54
<i>t</i> 值	3.391	-1.775	-0.312	3.828	1.154
<i>P</i> 值	<0.001	0.077	0.755	<0.001	0.250

## 2.3 不同 5 年累积个人剂量人员甲状腺激素指标比较

5 年累积个人剂量 <1.5 mSv 125 人, 占 39.31%; 1.5 ~ <3.0 mSv 152 人, 占 47.80%; ≥3.0 mSv 41

人, 占 12.89%; 不同 5 年累积个人剂量人员的 T<sub>3</sub> 和 FT<sub>3</sub> 水平差异有统计学意义 (均 *P*<0.05)。见表 3。

表 3 不同 5 年累积个人剂量的放射工作人员甲状腺激素指标比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

Table 3 Comparison of thyroid hormone indicators between interventional and diagnostic radiologists with different cumulative individual doses over 5 years ( $\bar{x}\pm s$ )

5年累积个人剂量/mSv	T <sub>3</sub> / (nmol/L)	T <sub>4</sub> / (nmol/L)	TSH/ (mIU/L)	FT <sub>3</sub> / (pmol/L)	FT <sub>4</sub> / (pmol/L)
< 1.5 (n=125)	1.69±0.31	112.98±18.17	1.95±0.82	5.60±0.83	12.21±1.59
1.5 ~ (n=152)	1.69±0.40	111.96±17.83	1.91±1.02	5.32±0.94	11.80±1.28
≥3.0 (n=41)	1.52±0.41	111.09±19.37	1.93±1.03	5.14±1.09	12.08±1.55
<i>F</i> 值	8.111	0.205	0.055	7.847	2.805
<i>P</i> 值	<0.001	0.815	0.946	<0.001	0.062

## 2.4 甲状腺激素指标影响因素的多因素有序 logistic 回归分析

分别以 T<sub>3</sub> 和 FT<sub>3</sub> (按照诊断参考值区间的上限、正常范围和下限分组) 为因变量, 年龄、性别、工种、BMI、5 年累积个人剂量、吸烟和饮酒作为自变量进行单因素分析, 有统计学意义的变量作为自变量再进行多因素有序 logistic 回归分析。结果显示, BMI 和 5 年累积个人剂量是 T<sub>3</sub> 的影响因素; 工种、BMI 和性别是 FT<sub>3</sub> 的影响因素。见表 4。

## 3 讨论

电离辐射对甲状腺激素表达起到刺激或抑制作用尚存在争议。石瑞芬等<sup>[1]</sup>和吕扬阳等<sup>[2]</sup>调查发现, 放射工作人员 T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 和 TSH 水平均高于对照组; 而 WONG 等<sup>[9]</sup>和 GUO 等<sup>[10]</sup>调查结果显示, 放射工作人员血清 T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 水平下降, 且电离辐射接触时间与 T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 水平呈剂量-反应关系。

本研究结果显示, 5 年累积个人剂量不同的放射

表4 T<sub>3</sub>和FT<sub>3</sub>影响因素的有序多因素 logistic 回归分析  
Table 4 Multivariable ordinal logistic regression analysis of factors affecting T<sub>3</sub> and FT<sub>3</sub>

因变量	自变量	参照组	$\beta$	$s\bar{x}$	Wald $\chi^2$ 值	P值	OR值	95%CI
T <sub>3</sub>	截距项							
	2	3	-0.972	0.393	6.134	0.013	0.378	0.174~0.817
	1		5.146	0.618	69.370	<0.001	171.743	51.148~576.675
	BMI/ (kg/m <sup>2</sup> )							
	<18.5	≥24.0	-2.196	0.698	9.912	0.002	0.111	0.028~0.436
	18.5~		0.071	0.309	0.052	0.819	1.074	0.586~1.968
	5年累积个人剂量/ mSv							
<1.5	≥3	1.834	0.496	13.684	<0.001	6.259	2.368~16.547	
1.5~		0.395	0.404	0.954	0.329	1.486	0.673~3.280	
FT <sub>3</sub>	截距项							
	2	3	-2.250	0.550	16.754	<0.001	0.105	0.036~0.309
	1		3.867	0.620	38.849	<0.001	47.799	14.180~161.129
	BMI/ (kg/m <sup>2</sup> )							
	<18.5	≥24.0	0.913	0.813	1.260	0.262	2.492	0.506~12.263
	18.5~		-0.933	0.388	5.763	0.016	0.393	0.184~0.842
	工种							
放射检查	介入放射治疗	1.154	0.372	9.642	0.002	3.171	1.529~6.574	
性别								
男	女	1.238	0.500	6.133	0.013	3.449	1.294~9.190	

注：T<sub>3</sub>截距项中，1=<1.02 nmol/L，2=1.02~2.48 nmol/L，3=>2.48 nmol/L；FT<sub>3</sub>截距项中，1=<3.10 pmol/L，2=3.10~6.80 pmol/L，3=>6.80 pmol/L。

工作人员 T<sub>3</sub> 和 FT<sub>3</sub> 水平差异有统计学意义，5 年累积个人剂量≥3.0 mSv 的放射工作人员 T<sub>3</sub> 和 FT<sub>3</sub> 水平相对较低。甲状腺受照剂量是诊断职业性放射性甲状腺疾病的依据之一，放射工作人员操作过程中铅衣内外佩戴个人剂量计，其累积监测值可从一定程度上反映甲状腺受照剂量的大小，但 5 年累积个人剂量监测值对甲状腺激素指标的影响仍需更多证据加以证实。本研究还发现介入放射治疗工作人员 T<sub>3</sub> 和 FT<sub>3</sub> 水平低于放射检查工作人员，提示职业照射对介入放射治疗工作人员甲状腺功能存在一定影响，应提高介入放射治疗工作人员的防护意识，注重甲状腺等敏感部位的放射防护。

本研究显示，BMI、5 年累积个人剂量、工种和性别可能影响放射工作人员 T<sub>3</sub> 或 FT<sub>3</sub> 水平。影响甲状腺激素指标的因素除职业照射外，还有遗传、年龄、性别及生活方式等，相关研究结果并不一致。杨勇等<sup>[11]</sup> 调查显示女性、年龄均为甲状腺结节发生的独立危险因素。WONG 等<sup>[9]</sup> 研究显示放射工龄与甲状腺激素水平下降存在剂量-反应关系。戴霞云等<sup>[12]</sup> 分析显示，女性、有放射工作史和从事医学应用与甲状腺功能异常有统计学关联。CI-

OFFI 等<sup>[13]</sup> 研究未发现年龄对甲状腺激素表达水平的影响，但提示性别是低剂量电离辐射引起甲状腺功能改变的危险因素。王莉莉等<sup>[14]</sup> 研究发现不同工龄、剂量、工种间的 FT<sub>3</sub>、FT<sub>4</sub>、TSH 水平和异常率差异无统计学意义。

我国现行标准 GBZ 101—2020《职业性放射性甲状腺疾病诊断》<sup>[15]</sup> 提示，在确定职业受照史并排除其他因素所致甲状腺疾病前提下，甲状腺受照剂量、辅助检查和临床表现是诊断职业性放射性甲状腺疾病的重要依据。本次未获取研究对象的甲状腺受照剂量，且仅考虑了年龄、性别、BMI、吸烟和饮酒，无法排除其他潜在的慢性病、遗传、生活环境、饮食等因素对甲状腺激素指标的影响，导致研究结果外推受限，在今后的研究中有待进一步完善。

参考文献

[1] 石瑞芬, 董雪梅, 陈松根, 等. 某市医用放射工作人员甲状腺功能调查与分析 [J]. 中国辐射卫生, 2018, 27 (1): 28-30.  
[2] 吕扬阳, 王志斌, 张洋, 等. 医用电离辐射对放射工作人员甲状腺功能及结节的影响 [J]. 职业与健康, 2018, 34 (4): 446-449.

(下转第 158 页)

网络 HIV 抗体自我检测结果的上传率。本研究显示, 有 46.64% 的研究对象不会将检测结果告知他人, 而仅有 16.42% 的研究对象会将检测结果告知性伴, 这进一步增加了 HIV 传播风险。需加强艾滋病防治相关健康教育, 制定相关措施促进艾滋病自我检测者的性伴同步检测<sup>[14-15]</sup>。

AHFTest 平台的资料由申请者自行填写, 存在一定的信息偏倚, 本研究对平台数据的分析只能大致了解申请人群的主要特征, 同时也反映出该平台存在检测结果上传率偏低等问题, 今后需在促进申请者检测结果反馈和信息质控方面做进一步的研究和改进。

### 参考文献

- [1] The Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. An ambitious treatment target to help end the AIDS epidemic [EB/OL]. [2023-11-13]. <http://www.unaids.org/en/resources/documents/2014/90-90-90>.
- [2] World Health Organization. Guidelines on HIV self-testing and partner notification [S]. Geneva: WHO, 2016.
- [3] 马仲慧, 杨彦玲, 邢文革. WHO 推荐艾滋病自我检测 [J]. 中国艾滋病性病, 2018, 24 (2): 211-212.
- [4] 蔡衍珊, 古羽舟, 钟斐, 等. 广州市 MSM “互联网+HIV 自检服务平台”——“岭南准”的适用性和可行性分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2019, 40 (10): 1212-1216.
- [5] Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. 2021 UNAIDS Global AIDS Update—Confronting inequalities, lessons for pandemic responses from 40 years of AIDS [EB/OL]. [2023-11-13]. <https://www.unaids.org/en/resources/documents/2021/2021-global-aids-update>.
- [6] 金玫华, 李婧, 刘小琦, 等. 湖州市 15~24 岁 HIV/AIDS 病例流行病学特征分析 [J]. 预防医学, 2021, 33 (12): 1243-1245.
- [7] 马迎华. 中国青少年学生艾滋病防控的关键要素 [J]. 中国学校卫生, 2020, 41 (12): 1761-1766.
- [8] 郑伟, 张世勇, 杨纶砥, 等. 基于年龄-时期-队列模型的 1990—2019 年我国艾滋病发病率趋势分析 [J]. 预防医学, 2023, 35 (8): 665-668, 681.
- [9] 陈剑, 陈洁, 谢知, 等. 基于互联网平台申领 HIV 自我检测试剂人群特征分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2022, 38 (4): 482-485, 490.
- [10] 陈婉君, 陈琳, 王德, 等. 男大学生互联网交友临时异性性行为特征分析 [J]. 预防医学, 2022, 34 (11): 1086-1090.
- [11] 姜婷婷, 马瞧勤, 陈琳, 等. 16~24 岁男男性行为人群多性伴的影响因素研究 [J]. 预防医学, 2022, 34 (11): 1091-1095.
- [12] 修翔飞, 丁正伟, 林颖, 等. 互联网平台 HIV 自我检测申请者的人群特征分析 [J]. 实用预防医学, 2023, 30 (5): 581-584.
- [13] 林玉玺. 山东省男男性行为者对基于网络的 HIV 自检服务的接受性研究 [D]. 济南: 山东大学, 2021.
- [14] 陈婉君, 阮建军, 朱碧香, 等. 男男性行为人群 HIV 感染状态知情交友调查 [J]. 预防医学, 2019, 31 (1): 1-4.
- [15] 梁若枫, 周黎, 陈金花, 等. 杭州市某高校大学生艾滋病防治知识、态度、行为调查 [J]. 预防医学, 2022, 34 (2): 208-212.

收稿日期: 2023-09-21 修回日期: 2023-11-13 本文编辑: 徐文璐

### (上接第 155 页)

- [3] 高锦, 瞿述根, 沈月平, 等. 低剂量电离辐射对放射工作人员甲状腺功能影响的 Meta 分析 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2017, 37 (10): 777-785.
- [4] CHAKER L, BIANCO A C, JONKLAAS J, et al. Hypothyroidism [J]. Lancet, 2017, 390 (10101): 1550-1562.
- [5] ALAWNEH K, ALSHEHABAT M, AL-EWAIDAT H, et al. Asymptomatic effect of occupational radiation exposure on thyroid gland hormones and thyroid gland ultrasonographic abnormalities [J]. J Clin Med, 2018, 7 (4): 1-5.
- [6] LUNA-SÁNCHEZ S, CAMPO M D, MORÁN J V, et al. Thyroid function in health care workers exposed to ionizing radiation [J]. Health Phys, 2019, 117 (4): 403-407.
- [7] LITTLE M P, LIM H, FRIESEN M C, et al. Assessment of thyroid cancer risk associated with radiation dose from personal diagnostic examinations in a cohort study of US radiologic technologists, followed 1983-2014 [J/OL]. BMJ Open, 2018, 8 (5) [2023-11-30]. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-021536>.
- [8] 郭佳娣, 郗依华, 俞顺飞, 等. 2011—2019 年浙江省 11 家省级医院放射工作人员外照射个人剂量监测结果分析 [J]. 预防医学, 2021, 33 (9): 948-950.
- [9] WONG Y S, CHENG Y Y, CHENG T J, et al. The relationship between occupational exposure to low-dose ionizing radiation and changes in thyroid hormones in hospital workers [J]. Epidemiology, 2019, 30 (Suppl.1): S32-S38.
- [10] GUO Q S, RUAN P, HUANG W X, 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.
- [11] 杨勇, 王强, 杨陆婷, 等. 某市部分放射工作人员甲状腺情况及影响因素分析 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2022, 40 (2): 113-116.
- [12] 戴霞云, 罗永斌, 刘安生, 等. 武汉市放射工作人员甲状腺功能的影响因素分析 [J]. 预防医学, 2023, 35 (5): 406-409.
- [13] CIOFFI D L, FONTANA L, LESO V, et al. Low dose ionizing radiation exposure and risk of thyroid functional alterations in health-care workers [J/OL]. Eur J Radiol, 2020, 132 [2023-11-30]. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109279>.
- [14] 王莉莉, 刘继文. 低剂量电离辐射对放射工作人员甲状腺功能的影响 [J]. 中国工业医学杂志, 2021, 34 (2): 147-148.
- [15] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 职业性放射性甲状腺疾病诊断: GBZ 101—2020 [S/OL]. [2023-11-30]. <https://max.book118.com/html/2020/1202/6130120234003030.shtm>.

收稿日期: 2023-09-07 修回日期: 2023-11-30 本文编辑: 徐文璐