

2.3 不同接苯工龄工人血常规降低情况 不同接苯工龄工人 WBC、L、Hb、Hct、MCV、MCH、MCHC

降低检出率均较高,但未呈随工龄增长而增加的趋势 ($P>0.05$)。见表 3。

表 3 不同接苯工龄工人血常规指标降低情况比较[%]

工龄(年)	人数	WBC	N	N%	L	L%	RBC	Hb	Hct	MCV	MCH	MCHC	PLT
0~2	125	6.4	0.8	1.6	4.8	1.6	0.8	4.8	4.0	8.8	9.6	15.2	0.8
>2~4	82	9.8	3.7	3.7	7.3	2.4	1.2	4.9	9.8	12.2	11.0	14.6	1.2
>4~6	99	5.1	2.0	2.0	8.1	4.0	0	6.1	4.0	11.1	12.1	20.2	1.0
>6	179	5.6	2.2	1.1	1.7	0	0.6	3.9	7.3	11.2	10.1	15.6	0.6
χ^2		2.043	2.048	2.059	7.373	3.413	1.175	0.659	3.973	0.722	0.441	1.440	0.354
P		0.564	0.562	0.560	0.061	0.332	0.759	0.883	0.264	0.868	0.932	0.696	0.950

3 小 结

本次调查接苯人员近 5 年工作环境中苯浓度远低于国家规定的职业接触限值 (PC-STEL 10 mg/m³), 苯接触工人 WBC、L、L%、MCV、MCH 和 MCHC 降低

检出率明显高于对照组。女性苯接触工人 MCHC 降低检出率高于男性 ($P<0.05$)。不同接苯工龄工人血常规降低检出率差异无统计学意义,其原因有待进一步分析。

(收稿日期: 2021-12-24; 修回日期: 2022-04-15)

杭州市公立医院核医学现状及¹³¹I 操作人员 甲状腺内照射监测结果分析

Analysis on present situation of nuclear medicine and monitoring results of internal thyroidal irradiation of ¹³¹I-operated medical personnel in Hangzhou public hospitals

赵微鑫¹, 王强¹, 杨勇¹, 俞顺飞², 王海华¹, 钱前¹, 朱波¹, 翟贺争³

(1. 杭州市职业病防治院, 浙江 杭州 310014; 2. 浙江省疾病预防控制中心; 3. 中国医学科学院放射医学研究所)

摘要: 采用问卷调查方式收集杭州市 9 家公立医院核医学基本情况, 使用便携式 γ 能谱仪对 26 名¹³¹I 操作人员的甲状腺内照射进行监测。9 家医院核医学科共有 219 名放射工作人员, 2020 年¹⁸F、⁹⁹Tc^m、¹³¹I 使用量分别为 213 800、566 866、196 879 mCi; 18 名 (69.23%) 医务人员甲状腺测量活度高于最低探测限, 活度范围为 <28.22~2 162.04 Bq。提示杭州市公立医院核医学发展已初具规模,¹³¹I 操作人员存在内照射的风险, 相关主管部门需重点关注。

关键词: 核医学;¹³¹I; 甲状腺; 内照射

中图分类号: R144 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2023)01-0068-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.01.025

核医学主要利用放射性核素 (如¹³¹I、⁹⁹Tc^m和¹⁸F

等) 实现疾病诊疗,¹³¹I 等放射性核素极易挥发, 形成的气溶胶富集在操作医务人员甲状腺部位, 从而造成内照射。国际原子能机构 (International Atomic Energy Agency, IAEA) 提出, 长时间从事核医学治疗的医务人员应在条件允许的情况下进行内照射剂量监测^[1]。我国《职业性内照射个人监测规范》(GBZ 129—2016) 规定,¹³¹I 工作场所的工作人员至少每月以体外测量方法监测 1 次甲状腺。本研究对杭州市公立医院的核医学现况进行调查, 并对 26 名¹³¹I 操作人员的甲状腺内照射进行监测, 以期对杭州市核医学相关工作的科学监管提供依据。

1 资料与方法

1.1 公立医院核医学基本情况 杭州市共有 9 家公立医院 (不含军队武警系统医院) 开展核医学工作。2021 年 8—12 月, 采用问卷方式对 9 家医院核医学基本情况进行调查。调查内容为 2020 年度医院等级、

基金项目: 浙江省卫生健康科技计划 (2019KY353); 浙江省卫生健康科技计划 (2021KY956)

作者简介: 赵微鑫 (1988—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事辐射检测与评价工作。

通信作者: 翟贺争, 副研究员, E-mail: zhaihezhen@irm-cams.ac.cn

核医学隶属情况、科室业务开展情况、显像设备、放射工作人员、放射性核素使用量和诊疗人数等。调查问卷回收率 100%。

1.2 ^{131}I 操作人员甲状腺内照射监测

1.2.1 测量方法 使用 RIIDEYE G 便携式 γ 能谱仪对公立医院中 26 名医务人员进行甲状腺 ^{131}I 活度监测。为避免放射性污染,监测场所选择在医院会议室、办公室等低本底辐射环境区域,并对环境进行 30 s 测量以排除环境因素对监测结果的影响。监测前选择干净塑料袋包裹仪器探头,每次监测均更换新的塑料袋。测量时首先对被测人员进行全身表面污染检测,避免表面污染对内照射监测的干扰,如发现被测人员有表面污染时进行淋浴清洗,直至无污染情况时方可检测;将便携式 γ 能谱仪探头贴近被测人员大腿内侧部进行本底测量 2 min;将探头贴近甲状腺部位测量 2 min。本研究经过杭州市职业病防治院伦理委员会审查通过,所有人员均签署知情同意书。

1.2.2 甲状腺测量活度计算 本研究采用公式 (1) 计算甲状腺测量活度 (A_j , Bq):

$$A_j = \frac{(n_j - n_b)}{CF_s \cdot e^{-\lambda \Delta t}} \quad (1)$$

式中: n_j 、 n_b —甲状腺、大腿部 364.5 keV 全能峰净面积计数率 (s^{-1}); CF_s —仪器的效率刻度因子 (0.026 154); λ —核素的衰变常数 (s^{-1}); Δt —最近一次完成 ^{131}I 操作至本次甲状腺测量的时间间隔 (d), $e^{-\lambda \Delta t}$ — Δt 的衰变校正因子。

1.2.3 甲状腺待积器官剂量计算 假定按照最后一次操作完成时间,可采用公式 (2) 对甲状腺待积器官剂量 (H_T , Sv) 进行计算:

$$H_T = A_0 \cdot h_T \quad (2)$$

式中: A_0 —甲状腺的 ^{131}I 摄入量 (Bq); h_T —以吸入为主 (AMAD=5 μm) 时,每单位摄入量甲状腺的辐射权重剂量 1.1×10^{-8} (Sv/Bq)^[2]。

2 结 果

2.1 核医学科室基本情况 9 家医院中三级甲等医院 7 家、三级乙等医院 1 家、未定级 1 家;8 家隶属于核医学科、1 家隶属于医学影像科;9 家均设立门诊,4 家设立住院病房。9 家医院共有正电子显像设备 7 台、单光子显像设备 14 台。2 家医院正电子放射性药物自制,9 家医院单光子放射性药物全部非自制。

2.2 人员基本情况 9 家公立医院共有 219 名核医学工作人员,主要为医师 (107 人)、技师 (52 人)

和护士 (45 人),文化程度博士 24 人、硕士 83 人、本科 88 人、专科及以下 13 人,职称主任医 (技/护) 师 12 人、副主任医 (技/护) 师 19 人、中级职称 100 人、初级及以下 88 人。博士研究生导师 3 人、硕士研究生导师 6 人。

2.3 放射性药物使用 2020 年 9 家医院 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 使用量分别为 213 800、566 866、196 879 mCi;三种核素诊疗人数分别为 25 508、46 639、3 972 人。

2.4 医务人员甲状腺内照射情况 26 名医务人员中有 18 人 (69.23%) 甲状腺测量活度高于最低探测限,活度范围 <28.22~2 162.04 Bq。医生、技师和护士岗位人员甲状腺探测到 ^{131}I 分别为 4 人、6 人和 8 人,甲状腺测量活度范围分别为 <28.22~482.50、<28.22~2 162.04、<28.22~709.88 Bq;基于甲状腺测量活度计算的甲状腺待积器官剂量范围分别为 <0.31~5.31、<0.31~23.78、<0.31~7.81 μSv 。详见表 1。

表 1 26 名医务人员甲状腺内照射监测结果

人员	岗位	甲状腺测量活度 (Bq)	甲状腺待积器官剂量 (μSv)
A1	医师	<28.22	<0.31
A2	医师	<28.22	<0.31
A3	技师	<28.22	<0.31
B1	医师	131.72	1.45
B2	技师	175.17	1.93
B3	技师	109.62	1.21
B4	护士	48.31	0.53
B5	护士	504.30	5.55
B6	护士	709.88	7.81
B7	护士	159.17	1.75
B8	护士	261.13	2.87
C1	医师	<28.22	<0.31
C2	医师	482.50	5.31
C3	技师	<28.22	<0.31
C4	护士	37.28	0.41
C5	护士	174.61	1.92
C6	护士	<28.22	<0.31
C7	护士	121.76	1.34
D1	医师	419.85	4.62
D2	医师	32.95	0.36
D3	医师	<28.22	<0.31
D4	医师	<28.22	<0.31
E1	技师	2 162.04	23.78
E2	技师	1 578.27	17.36
E3	技师	397.37	4.37
F1	技师	191.65	2.11

注: A—F 分别代表监测医院;仪器探测限 (MDA) 为 28.22 Bq, 0.31 μSv 为基于 MDA 计算的甲状腺待积器官剂量。

3 讨论

核技术的快速发展为核医学的发展奠定了坚实的基础。本次调查显示, 杭州市 9 家医院除 2 家自制正电子放射性药物, 其他均选择购买正电子和单光子放射性药物, 主要原因为杭州市有专业的制药企业集中对医院进行药物配给, 减少了医务人员因自制药物而受到额外照射。本调查仅对医院 ^{18}F 、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ 、 ^{131}I 的核素总体用量和诊疗人数进行了调查, 并未对各家医院核医学科开展的项目、正电子药物临床及科研使用情况进行深入研究, 以后有待进行详细探讨。

^{131}I 是一种极易挥发的放射性核素, 易富集在人员甲状腺部位。王洁等^[2]对甘肃省 3 家医院 20 名核医学工作人员的甲状腺内照射监测结果显示, 甲状腺 ^{131}I 检出率为 40%, ^{131}I 活度范围为 30.29~1 271.68 Bq。王红波等^[3]对 3 家医院核医学科 97 名工作人员监测显示, 甲状腺 ^{131}I 检出率为 32%, ^{131}I 活度范围 25.11~1 980.30 Bq。本次监测显示, 26 名核医学科放射工作人员甲状腺 ^{131}I 检出率为 69.23%, 高于上述文献的监测结果。虽然不同岗位放射工作人员均出现内照射, 但不同岗位间人员的内照射水平存在一定差异。如医师和护士甲状腺 ^{131}I 最大测量活度分别为 482.50 Bq 和 709.88 Bq, 技师最高达 2 162.04 Bq。

这可能由于技师主要从事分装给药工作, 直接接触放射性药物, 导致受到内照射污染的水平更高。因此, 需重点关注技师的辐射剂量与职业健康。本次监测还显示, 不同医院间放射工作人员甲状腺 ^{131}I 检出率也存在一定的差异, 这可能与医院的放射防护管理水平以及放射工作人员日常对内照射防护重视程度有关。

本次调查和监测虽直观反映了杭州市公立医院核医学工作人员受到内照射的情况, 但仅对 ^{131}I 操作人员的甲状腺内照射进行测量, 今后应对工作场所空气中的 ^{131}I 浓度、 ^{131}I 操作人员尿液等排泄物放射性活度以及 ^{18}F 、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ 操作医务人员内照射进行监测, 以科学客观地评价核医学放射工作人员内照射水平, 为相关部门科学制定管理措施提供依据。

参考文献

- [1] International Atomic Energy Agency. Safety Series No.115: International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources [R]. Vienna: IAEA, 1996.
 - [2] 王洁, 张涵宇, 郭家龙, 等. 甘肃省 3 家医院核医学科放射工作人员内照射水平分析 [J]. 中国辐射卫生, 2020, 29 (4): 357-361.
 - [3] 王红波, 孙全富, 郭跃信. 核医学工作人员甲状腺中 ^{131}I 的测量及内照射剂量估算 [J]. 中国工业医学杂志, 2022, 35 (1): 12-15.
- (收稿日期: 2022-07-05; 修回日期: 2022-09-30)

液相色谱-原子荧光联用法测定全血中砷形态化合物

Determination of arsenic chemical speciations in whole blood by liquid chromatography-atomic fluorescence spectrometry

马安萍, 杨展鸿, 吴川, 吴邦华, 董明, 罗晓婷

(广东省职业病防治院/广东省职业病防治重点实验室, 广东 广州 510300)

摘要: 采用液相色谱-原子荧光联用法测定全血中亚砷酸盐 (As^{III})、二甲基砷酸 (DMA)、一甲基砷酸 (MMA) 和砷酸盐 (As^{V})。萃取后的上清液经阴离子交换色谱柱分离, 原子荧光检测定量。四种砷形态化合物的线性范围为 0~500 $\mu\text{g/L}$, 检出限为 10.0 $\mu\text{g/L}$, 低、中、高三个浓度加标样品平均回收率为 78.4%~105.0%, 相对标准偏差 (RSD) 为 3.20%~9.12%。本文所建立的全血中四种砷形态化合物的检测方法简单、灵敏、准确, 可应用于实际接触人群中砷形态化合物的检测。

关键词: 液相色谱-原子荧光法; 四种砷形态化合物; 全血

中图分类号: R446.1 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X (2023) 01-0070-04

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.01.026

元素的形态分析在分析化学领域占据重要的地位。以元素总量去评估某种元素对生物和环境影响是片面的, 如砷元素, 无机砷的毒性远大于有机砷的毒性, 二甲基砷的毒性大于一甲基砷的毒性^[1]。随着人们对砷的广泛认识, 砷元素越来越多的存在于砷矿开采和冶炼、含砷农药的制备、化工生产、医学研究等

基金项目: 广东省医学基金课题 (A2020513)

作者简介: 马安萍 (1990—), 女, 技师, 主要从事毒化检测工作。